DIE NATURWISSENSCHAFTEN

26. Jahrgang | 26. August 1938 | Heft 34

Am 30. August gedenken die Physiker WILLY WIENS, *den ihnen 10 Jahre zuvor der Tod entriß. Jede redliche wissenschaftliche Arbeit trägt zum großen Strome der Erkenntnis bei, auch wenn der Beitrag, einem Nebenflusse gleich, nicht mehr lange darin sichtbar ist. Die Spuren von* W. WIENS *Erdentagen verwischen sich nicht so rasch. Was er für Optik, Elektrodynamik, Relativitätstheorie, Kathoden- und Kanalstrahlen durch den Versuch und in der Theorie getan, bleibt Grundlage für viele, immer wieder auf ihn zurückweisende Untersuchungen; und der Genieblitz des* WIENSchen *Verschiebungsgesetzes schuf für alle Zeiten einen Markstein in der Geschichte der Physik.* M. v. LAUE.

Methoden der Flugfunknavigation.

Von E. C. METSCHL, Berlin.

Bei einer Darstellung der Möglichkeiten einer Flugsicherung unter Anwendung der Hilfsmittel der drahtlosen Technik erscheint eine Aufteilung nach den Erfordernissen des eigentlichen Streckenflugs und nach denen des Landevorganges am zweckmäßigsten. Dabei können als Hauptaufgaben der Funknavigation während des Fluges die Richtungsbestimmung und die Feststellung des Standortes sowie der Flug auf ein Ziel zu genannt werden; bei der Landung andererseits kommt es darauf an, mit größter Sicherheit ein der Sicht entzogenes Rollfeld unter Umgehung aller Hindernisse erreichbar zu machen; damit läßt sich als Hauptforderung zur Sicherung der Landung die Schaffung eines Gleitweges nennen. In der Folge soll nun die zweckmäßige Anwendung der Mittel, welche die Hochfrequenztechnik zur Lösung der eben bezeichneten Aufgaben zur Verfügung stellt, dargelegt werden; dabei sollen sowohl die senderseitigen wie die empfangsseitigen Maßnahmen besprochen werden.

Die Möglichkeit der Anwendung elektromagnetischer Wellen für Navigationszwecke[1] im allgemeinen liegt in zwei elementaren Fähigkeiten derselben begründet: sie pflanzen sich mit Lichtgeschwindigkeit fort; diese Ausbreitung erfolgt auf größten Kugelkreisen. Dabei sind der elektrische und der magnetische Vektor gesetzmäßig miteinander und mit der Fortpflanzungsrichtung der Welle verknüpft, indem sie aufeinander und gemeinsam auf der Fortpflanzungsrichtung senkrecht stehen. Elektrischer und magnetischer Vektor bilden mit der Fortpflanzungsrichtung der Welle die Achsen eines rechtwinkligen, räumlichen Koordinatensystems. Bei einer Betrachtung der hochfrequenzmäßigen Hilfsmittel zur Richtungsbestimmung oder Peilung in der Luftfahrt hat man je nach der Lage des Senders zwischen Eigenpeilung und Fremdpeilung zu unterscheiden. Im ersten Fall stellt das Flugzeug mittels an Bord befindlicher Anlagen seine jeweilige Lage selbst fest, während im anderen Fall das Flugzeug sendet und sich von einer Bodenstation anpeilen läßt, die ihm dann die ermittelte Richtung durch Funkspruch mitteilt. Grundsätzlich besteht in beiden Fällen die Peilung in einer genauen Analyse des elektromagnetischen Feldes eines Senders. Erfahrungsgemäß besteht nun bei einer Darstellung der elementaren Vorgänge, welche dabei eine Rolle spielen, die größte Schwierigkeit in der Vermittlung einer klaren Vorstellung von der Lage und Lagenänderung der einzelnen Feldvektoren. Diese Erfahrung macht in gleicher Weise der Lernende wie der Vortragende. Ein rein definitionsmäßiges Vorgehen bei der Erklärung der Lage gerichteter Größen im dreidimensionalen Raum führt nur vereinzelt zum Ziel; selbst in Fällen, wie dem vorliegenden, wo es sich nur um wenige, noch dazu immer durch gleiche Winkelbeziehungen miteinander verbundene Bestimmungsstücke handelt, bringt die Verkettung leicht verständlicher Tatsachen der Schulphysik mit räumlichen Komplikationen meistens die größten Verwirrungen hervor. Dem uneingeweihten Interessenten wird dadurch das Studium der ebenso interessanten wie durch ihre Einfachheit überraschenden Vorgänge bei der Flugfunknavigation nicht selten verleidet, zahlreiche Vorträge verlieren an Bedeutung, weil die Grundlagen, auf denen sie aufgebaut sind, nicht verständlich gemacht werden konnten. Erfahrungsgemäß kann eine anschauliche Darstellung der Elemente der Richtungsbestimmung nur an Hand eines Modells gegeben werden. Ein solches Modell, das in seinem Aufbau ebenso einfach ist, wie es die physikalischen Vorgänge, die demonstriert werden sollen, selbst sind, soll im folgenden gedanklich entwickelt werden.

Eine Richtungsbestimmung durch Empfang eines ungerichteten Senders beruht ganz allgemein auf der Schaffung von Antennenformen, bei denen die aus dem Strahlungsfeld aufgenommene Leistung ihrem Betrag nach von der Einfallsrichtung der Welle abhängt[1]. Einer der einfachsten Luftleiter, der diesen Anforderungen genügt, ist die

[1] Eingehende Darstellung: FASSBENDER, Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt. — KEEN, Wireless Direction Finding.

Rahmenantenne, bei Boden- wie bei Bordpeilern zum Drehrahmen ausgebildet. Die Wirkungsweise dieser Antenne läßt sich sowohl durch Betrachtung der Wirkung des magnetischen Vektors wie durch Betrachtung der Wirkung des elektrischen Vektors erklären. Der magnetische Feldvektor, der hier verfolgt werden soll, erklärt die Richtwirkung einer Rahmenantenne einfach auf Grund der physikalischen Tatsache, daß ein magnetisches Feld auf jede (ein- oder mehrlagige) Spule nur dann einen Einfluß ausübt, wenn der magnetische Vektor durch die Ebene dieser Spule (im vorliegenden Fall durch die Rahmenebene) hindurchtritt, wobei die ausgelöste Wirkung dem Betrag nach um so größer ist, je stärker das magnetische Feld oder, symbolisch ausgedrückt, je länger die vertikale Komponente des magnetischen Feldvektors ist. Bei senkrechter Inzidenz der Welle bezüglich der Rahmenebene liegt der magnetische Vektor vollständig in dieser, die Wirkung im Rahmen ist ein Minimum; bei streifender Inzidenz tritt der magnetische Vektor im ganzen Betrage durch die

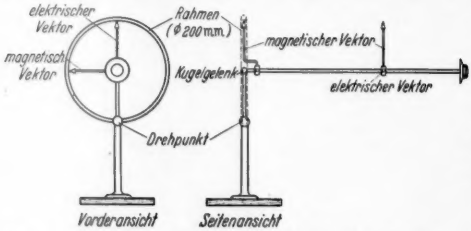


Fig. 1. Modell zur Veranschaulichung der Vorgänge bei der Peilung mit Drehrahmen.

Rahmenebene, die Wirkung im Rahmen ist ein Maximum. Für alle dazwischen liegenden Fälle kann der magnetische Vektor in eine parallel und eine senkrecht zur Rahmenebene liegende Komponente zerlegt werden; indem dabei beim Übergang von streifender zu senkrechter Inzidenz und umgekehrt die allein wirksame senkrechte Komponente immer kleiner bzw. größer wird, nimmt auch die im Rahmen ausgelöste Wirkung von einem Maximum zu einem Minimum hin ab und umgekehrt zu. Maximumstellung und Minimumstellung, die im Winkelbereich einer vollen Rahmenumdrehung je zweimal eintreten, sind also ausgezeichnete Lagen, indem im ersten Fall der Sender in der Rahmenebene, im anderen Fall senkrecht dazu liegt und so eine Richtungsbestimmung (ohne Rücksicht auf Eindeutigkeit) durchführbar ist. Ein derartiger Rahmen, in Verbindung mit einem um dessen Mittelpunkt beliebig im Raum drehbaren, dreidimensionalen, rechtwinkligen Koordinatensystem stellt ein ausgezeichnetes Modell zur Veranschaulichung räumlich komplizierter Vorgänge bei der Richtungsbestimmung dar. Der genaue Aufbau des Demonstrationsgerätes ist aus der Fig. 1 ersichtlich, in der auch die Maße des Originalgerätes eingetragen sind.

Im folgenden sollen nun die elektrischen Verhältnisse bei der Fremdpeilung mit einem Drehrahmen näher beschrieben werden[2]. Nach den allgemeinen Ausführungen über eine Rahmenantenne stehen zur Richtungsbestimmung zwei ausgezeichnete Rahmenstellungen zur Verfügung: im einen Fall steht die Rahmenebene senkrecht zur Richtung des angepeilten Senders, und die Empfangslautstärke ist ein Minimum, im anderen Fall liegt der Sender in der Rahmenebene, wobei die Empfangslautstärke einen maximalen Wert hat. In der Praxis wird nach dem Minimum gepeilt. Die Peilskala ist in 360° eingeteilt, wobei der Nullpunkt immer der Richtung nach Norden entspricht und die Zählung nach rechts herum erfolgt. Unter der Voraussetzung, daß die von einem Flugzeug ausgestrahlte Welle normal polarisiert ist, d. h. daß die Polarisationsebene als Ebene durch den elektrischen Vektor und die Fortpflanzungsrichtung senkrecht auf der Erdoberfläche steht und damit der magnetische Vektor parallel zu dieser liegt, kann, wie auch das Modell zeigt, die genaue Richtung des Flugzeuges festgestellt werden, wenn es noch gelingt, die bezüglich der Rahmenebene richtige Seite zu ermitteln. Es ergibt sich somit noch die Notwendigkeit einer Seitenbestimmung; da die Richtcharakteristik des Rahmens ein Doppelkreisdiagramm darstellt, d. h. aus zwei Kreisen besteht, die sich in der Rahmenebene berühren, ist zwar eine Minimumpeilung möglich, eine Richtungsbestimmung aber nur mit einer Unsicherheit von 180° durchführbar. Vor der Besprechung des zur Seitenbestimmung anwendbaren Verfahrens soll noch auf eine Erscheinung eingegangen werden, die als Minimumtrübung bezeichnet wird. Wie eben erwähnt wurde, besteht die Rahmenfernwirkungskennlinie aus zwei in der Rahmenebene sich berührenden Kreisen, so daß die Empfangswirkung für die senkrecht zur Rahmenebene einfallenden Wellen theoretisch null sein müßte[3]. Praktisch aber ist die Rahmencharakteristik infolge der Superposition phasenverschobener Sekundärfelder (u. a. Rückstrahlung) mehr oder minder verformt: das Minimum ist getrübt, d. h. unscharf[4]. Zur Be-

[2] Eingehende Berechnungen von Rahmenantennen finden sich: J. Frankl. Inst. **15**, 298 (1919) von A. S. BLATTERMANN, Jb. drahtl. Telegr. **16**, 161 (1920); **29**, 181 (1927); **30**, 15 (1927) von A. ESAU.

[3] Über den Einfluß von Unsymmetrien im Rahmen und in seinen Kapazitäten gegen Erde auf die Minimumsbreite, den sog. dielektrischen Effekt und den Antenneneffekt s. KEEN, Wireless direction Finding, Printed in Great Britain (zur Zeit bestes Standardwerk).

[4] Die im Rahmen durch das Feld induzierte Spannung ist gegen dieses um 90° in der Phase verschoben. Am besten ersieht man das aus der Formel für die induzierte Spannung: $\mathfrak{U}_R = w \frac{d\Phi}{dt}$, wo w die Windungszahl und Φ den Kraftfluß bezeichnen; da Φ eine Sinusfunktion ist, ergibt der Differentialquotient eine Kosinusfunktion, woraus gemäß $\cos\varphi = \sin(90 + \varphi)$ folgt, daß die induzierte Spannung gegen das Feld um 90° in der Phase verschoben ist. Da der Rahmen auf

hebung dieser nachteiligen Erscheinung benutzt man eine ungerichtete Hilfsantenne und koppelt diese induktiv auf den mit dem Rahmen verbundenen Eingangskreis des Empfängers: je nach dem Kopplungssinn ist dann die vom Hilfsantennenkreis im Eingangskreis induzierte Spannung mit der eine Trübung verursachenden Störkomponente in Phase oder um 180° dagegen verschoben. Durch richtige Polung der Hilfsantenne läßt sich nun immer zwischen Störkomponente und Hilfskomponente die erforderliche Phasendifferenz von 180° herstellen, so daß beide Spannungsbeträge sich voneinander subtrahieren. Durch Veränderung des Kopplungsgrades läßt sich die Hilfskomponente dem Betrag nach so regeln, daß die Störkomponente praktisch kompensiert wird, eine scharfe Minimumeinstellung und damit eine sehr genaue Peilung also durchgeführt werden kann. Wie sich nun durch Superposition der Empfangswirkung einer Rahmenantenne und einer ungerichteten Antenne durch richtigen Abgleich der Hilfs-EMK auf die Rahmen-EMK eine Empfindlichkeitssteigerung des Peilers durchführen läßt, kann mit den gleichen Mitteln auch eine Seitenbestimmung vorgenommen werden[5]. Da nämlich die durch die einfallende Welle im Rahmen ausgelöste Wirkung je nachdem, ob die Welle von der einen oder von der entgegengesetzten Richtung durch die Rahmenebene tritt, ihrem Vorzeichen nach (entsprechend der AMPÈREschen Regel) positiv oder negativ ist (wobei diese Bezeichnungen rein definitionsmäßigen Charakter haben), wird sie durch Superposition der in ihrem Vorzeichen von der Einfallsrichtung völlig unabhängigen Empfangswirkung einer ungerichteten Antenne geschwächt oder verstärkt werden, vorausgesetzt, daß diese groß genug ist, um überhaupt einen merklichen Einfluß auszuüben. In der Praxis verfährt man sonach bei der Peilung mit dem Drehrahmen folgendermaßen: Es wird auf ein Minimum abgestimmt (Drehen des Rahmens). Dabei wird mittels einer Hilfsantenne eine Enttrübung, d. h. eine Minimumschärfung vorgenommen (Regelknopf am Peilempfänger). Sodann wird der Rahmen in die Maximumstellung gebracht (um 90° gedreht) und die Hilfsantenne so auf den Rahmenkreis gekoppelt, daß der Empfang sehr geschwächt wird; da der Kopplungssinn des Rahmens ein für allemal festliegt, läßt sich aus dem Kopplungssinn der Hilfsantenne immer eindeutig die Seite, von der die Welle einfällt, bestimmen und der Peiler mit Eichnormen versehen, so daß sich große Gedankenarbeit erübrigt.

Die bisherigen Betrachtungen über die prinzipiellen Vorgänge bei der Fremdpeilung wurden mit der Einschränkung, daß die vom Flugzeug kommende Welle normal polarisiert ist, eingeleitet. In Beantwortung der Frage nach der Notwendigkeit dieser Einschränkung stößt man zugleich auf die Grenzen der Anwendbarkeit des Verfahrens der Fremdpeilung: Nur dann, wenn die vom Flugzeug kommende Welle normal polarisiert ist, ist eine absolut genaue Peilung mit einem Bodenpeiler möglich; in allen anderen Fällen, wenn also die Polarisationsebene entweder von vornherein schon dieser Bedingung nicht genügt oder wenn die Welle erst nach ein- oder mehrmaliger Reflexion an Ionosphäreschichten mit gedrehter Polarisationsebene zum Peiler gelangt, stellt die angepeilte Richtung eine Fehlpeilung dar. Diese Tatsache und der Grad der Mißweisung läßt sich in ausgezeichneter Weise mit dem bereits beschriebenen Modell demonstrieren. Dreht man das Achsenkreuz um die Fortpflanzungsrichtung aus der Vertikalebene (Normalebene!) heraus, so tritt auch der bisher in der Rahmenebene gelegene, magnetische Vektor aus letzterer heraus; der Rahmen muß zur Wiederherstellung der Minimumlage, bei der ja der magnetische Vektor in der Rahmenebene liegt, nachgedreht werden: Während sich also die Fortpflanzungsrichtung der Welle nicht geändert hat, ist die Rahmenlage eine andere geworden. Die Senkrechte zur Rahmenebene, d. h. die angepeilte Richtung, weicht nun von der wahren Richtung ab, und diese Abweichung ist um so größer, je mehr die Polarisationsebene gegen die Normallage verdreht ist. Dies gilt nur dann nicht, wie wieder der Modellversuch zeigen kann, wenn das Flugzeug so senden könnte, daß die Welle senkrecht auf den Peiler träfe. Mathematisch lassen sich diese Tatsachen aus der Gleichung der Fernwirkungskennlinie eines Rahmens ableiten. Diese lautet[6]:

$$\Re = c\,(\cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta\sin\gamma), \qquad (1)$$

wenn α der Winkel der Projektion der Einfallsrichtung auf die Horizontalebene durch die Rahmenmitte mit der Rahmenebene, β der Polarisationswinkel und γ der Elevationswinkel, der den Einfallswinkel zu 90° ergänzt, ist, während c eine Konstante und $\Re$ die im Rahmen induzierte Spannung

Resonanz abgestimmt ist, sind Strom i_R und Spannung $\mathfrak{U}_R$ in ihm phasengleich. Die in einer ungerichteten Antenne induzierte Spannung $\mathfrak{U}_A$ ist in Phase mit dem Feld. Ist nun der Hilfsantennenkreis nicht abgestimmt, so ist die Spannung $\mathfrak{U}_A$ gegen den Strom i_A um 90° in der Phase verschoben und damit i_A gegen das Feld um 90°. Koppelt man Hilfs- und Rahmenantenne induktiv, so entsteht in letzterer ein um 90° gegen i_A, also um 180° gegen das Feld phasenverschobener Strom i_{AR} und eine ebenso gerichtete Spannung $\mathfrak{U}_{AR}$. Die durch Sekundärfelder im Rahmen erzeugte Spannung läßt sich immer in zwei aufeinander senkrechte Komponenten zerlegen, von denen die eine in Phase mit der Rahmenspannung ist, während die andere um 90° gegen diese verschoben ist; letztgenannte Komponente läßt sich bei richtiger Polung der Hilfsantenne kompensieren, die zuerstgenannte Komponente verlagert das Minimum und bewirkt die sog. Funkbeschickung, um die die angepeilte Richtung korrigiert werden muß, um das wahre Funkazimut zu erhalten.

[5] Der Hilfsantennenkreis ist nun abgestimmt, d. h. i_A ist mit U_A in Phase und mit dem Feld; dann ist aber i_{AR} und U_{AR} gegen das Feld um 90° in der Phase verschoben, also phasengleich mit i_R und $\mathfrak{U}_R$, oder bei gegensinniger Kopplung um 180° dagegen verschoben, so daß die Rahmen-EMK sich kompensieren läßt.

darstellt. Da im Minimum $\mathfrak{R} = 0$ ist, erhält man aus (1) für die Winkel die Beziehung

$$|\operatorname{tg}\alpha| = \cot\beta : \sin\gamma. \qquad (2)$$

Aus dieser Gleichung folgt, daß bei beliebigem Elevationswinkel der Welle (γ!) der Tangens des Winkels α und damit dieser selbst mit zunehmendem Polarisationswinkel γ immer kleiner wird. Für $\alpha = \gamma = 0$ erhält man für den Tangens den unbestimmten Ausdruck ∞/∞. Grenzwertbetrachtungen ergeben, daß der Tangens in diesem Fall den Wert ∞ hat, der Winkel α also 90° ist. Vom Winkel α aber kommt man über die Beziehung $\delta = 90 - \alpha$ zur Mißweisung δ. Damit ergibt sich, daß bei normaler Polarisation ($\beta = 0$) die Mißweisung δ bei jedem Einfallswinkel null ist, wie auch der Modellversuch zeigte. Bei beliebiger Polarisation ist ferner die Mißweisung um so größer, je steiler die Welle einfällt. Weiterhin besagt die Gleichung (2), daß bei beliebigem Einfallswinkel der Winkel α mit β zunimmt, d. h. daß die Mißweisung um so größer ist, je größer β ist. Für $\beta = 90°$ beträgt die Mißweisung für alle Einfallswinkel 90° ($\operatorname{tg}\alpha = 0$, also $\alpha = 0$ und $\delta = 90°$; Sonderfall $\gamma = 0$); für $\gamma = 0$ erhält man für den Tangens den unbestimmten Ausdruck 0/0; Grenzwertbetrachtungen zeigen hier wieder, daß der Tangens den Wert 0 hat, daß also auch hier $\alpha = 0$ und $\delta = 90°$ ist: Bei einer Drehung der Polarisationsebene um 90° aus der Normallage beträgt somit die Mißweisung immer 90°. Damit sind die Grenzen der Anwendbarkeit des Bodenpeilverfahrens auch theoretisch im Prinzip dargelegt. In der Folge soll nun das zweite, wegen seiner größeren Vielseitigkeit allgemein benutzte Verfahren der Richtungsbestimmung, die Eigenpeilung[1], besprochen werden.

Wie bereits berichtet wurde, stellt bei der Eigenpeilung das Flugzeug seine jeweilige Lage mittels an Bord befindlicher Anlagen selbst fest. Richtungsweisend kann dabei jede aus ihrem Rufzeichen oder sonstigen Kennungen ihrer geographischen Lage nach bekannte (ungerichtete) Sendestation sein; dabei unterscheiden sich die zur Peilung benutzten Mittel von den bereits beschriebenen prinzipiell nicht: Als Flugzeugpeiler findet ausschließlich der Drehrahmen Verwendung und es wird durch Minimumeinstellung des Rahmens der Winkel zwischen der Flugzeuglängsachse und der Verbindungsgeraden des Flugzeugstandortes mit dem angepeilten Sender bestimmt. Die Peilskala ist dabei so eingeteilt, daß eine Peilung von 0° einer Richtung „recht voraus", eine Peilung von 90° einer Richtung „Steuerbord querab", eine Peilung von 180° einer Richtung „recht achteraus" und eine Peilung 270° endlich einer Richtung „Backbord querab" entspricht. Bezüglich der Seitenbestimmung und der Minimumschärfung gilt auch hier das beim Bodenpeiler Gesagte, so daß auch die prinzipielle Wirkungsweise des Bordpeilers, mit dem Peilungen nach beliebigen Richtungen genommen werden können, verständlich sein dürfte. Zu bemerken ist nur, daß aus aerodynamischen Gründen der am Flugzeugrumpf befestigte Drehrahmen klein gehalten werden muß; eine hochgetriebene Verstärkung und damit eine weitestgehende Entstörung aller Bordanlagen (Zündung usw.) ist dabei als Forderung eine natürliche Folge.

Im vorigen sind die beiden Hauptverfahren zur Richtungsbestimmung in der Luftfahrt dargestellt worden. Von der Auswertung sowohl der nach dem Fremdpeilverfahren wie der nach dem Eigenpeilverfahren gewonnenen Peilungen für die Zwecke der Standortsbestimmung soll im folgenden die Rede sein[1]. Der jeweilige Standort eines Flugzeuges wird durch einen bestimmten Punkt auf der Karte wiedergegeben. Diese Behauptung mag fürs erste trivial erscheinen; die in ihr ausgedrückte Erkenntnis bildet jedoch gemäß der geometrischen Definition des Punktes als Schnittpunkt zweier Geraden die Grundlage jeglicher Ortsbestimmung. Es liegt nahe, als Gerade, die sich im Flugzeugstandort schneiden, zwei Peilstrahlen zu verwenden. Damit ist das Verfahren der Funkortung in seinen Grundzügen bereits dargestellt; der Vorgang im einzelnen soll an einem praktischen Beispiel erklärt werden: Ein Flugzeug sei von München nach Berlin unterwegs; bei ausgesprochener Schlechtwetterlage bestehe die einzige Möglichkeit der Standortsbestimmung in der geeigneten Verwertung der Funkpeilung. Das ortende Flugzeug wird nun zunächst von Berlin Standortangabe erbitten und der dortigen Flughafenfunkstelle die Wellenlänge, auf der es sendet, und seine Kennung bekanntgeben. Berlin nimmt dann die genaue Peilung des Flugzeuges und bittet gleichzeitig einen zweiten Peiler, etwa Leipzig, das Flugzeug anzupeilen und ihr das Ergebnis mitzuteilen. Stellt nun Berlin eine Richtung von $\varphi°$ gegen Nord fest und hat Leipzig die Peilung $\psi°$ gegen Nord genommen und Berlin mitgeteilt, so braucht die Flughafenfunkstelle in Berlin die beiden Peilstrahlen mit den festgestellten Richtungen nur von dem jedem Peilstrahl zugehörigen Peilerstandort aus in die Karte[6] einzutragen, um im Schnittpunkt der beiden Geraden den Standort des Flugzeuges zu erhalten und ihn dann durch Funkspruch dem Flugzeug mitteilen zu können. Steht dem Flugzeug keine Sendeanlage, wohl aber eine Eigenpeilanlage zur Verfügung, so läßt sich ebensogut im Flugzeug selbst eine Funkortung durchführen. Im betrachteten Fall peilt das Flugzeug etwa Berlin und Leipzig an und stellt Abweichungen von $\varphi°$ bzw. $\psi°$ von der Flugzeuglängsachse fest. Da die Richtung der Längsachse am Kompaß abgelesen werden kann, steht auch die Abweichung des Peilstrahls von der Nordrichtung fest. Wie im ersten Fall können nun die Peilstrahlen in den angepeilten Senderorten in die Funkortungskarte[6] eingetragen und im (gesuchten) Flugzeugstandort zum Schnitt gebracht werden. Notwendig ist in jedem Falle der Ortung schnelles

[6] Verwendet wird eine sog. Funkortungskarte, in der die größten Kugelkreise (Orthodrome) in gnomonischer Projektion (d. h. als Gerade) abgebildet sind.

und sicheres Arbeiten der Peilstellen bzw. des Funkers, wenn es zu einer Wertentfaltung des angewandten Verfahrens kommen soll.

Noch wichtiger als die Verwertung der Peilung zur Standortsbestimmung ist bei unsichtigem Wetter die Anwendung des Peilers zur Ermöglichung eines Zielfluges, d. h. eines Fluges auf kürzestem Weg auf einen Zielhafen zu[1]. Da die kürzeste Verbindungslinie zwischen zwei Punkten auf einer Kugel der Kreis mit dem Kugelzentrum als Mittelpunkt ist und der Peilstrahl, wie schon erwähnt, dem Großkreis, der sog. Orthodrome, folgt, liegt die Verwendung des Peilers als Zielfluggerät nahe. Man könnte etwa daran denken, im Flugzeug die Peilung o° zu nehmen (Richtung der Flugzeuglängsachse!) und das Flugzeug einfach nach diesem Minimum zu steuern. Bei Windstille fliegt dann das Flugzeug auf einem Großkreis das Ziel an; bei Vorhandensein seitlicher Winde ist zur Berücksichtigung der Windabtrift der Kurs um einen bestimmten Luvwinkel zu korrigieren. Der eben entwickelte Gedanke liegt in der Tat dem in der Praxis benutzten Verfahren des Zielfluges zugrunde. Der genaue Vorgang soll in Fortsetzung des im vorigen eingeleiteten Flugbeispiels erklärt werden: Zur Einleitung des Zielfluges nach Berlin stellt der Flugzeugführer zunächst den Rahmen seiner Maschine, der mittels einer im Führerraum angebrachten Kurbel fernbedient werden kann, quer zur Flugzeugachse, fliegt also etwa den Rundfunksender Berlin oder einen eigens für diese Zwecke eingesetzten Sender mit der Peilung o° in Richtung recht voraus an. Prinzipiell könnte dabei gehörmäßig nach dem Minimum gesteuert werden; sicherer und genauer aber ist immer ein visuelles Verfahren; ein solches wird in der Praxis im sog. Zielfluggerät[1] verwendet. Die Wirkungsweise dieser Anlage soll im folgenden erklärt werden. Wie schon bei der Besprechung der Vorgänge bei der Peilung erwähnt wurde, wird zur Seitenbestimmung dem Doppelkreisdiagramm des Rahmens das Kreisdiagramm einer ungerichteten Hilfsantenne überlagert, wodurch als Resultierende eine Kardioide mit dem Ausgangspunkt im Rahmenzentrum und dem Maximum in der Rahmenebene zur rechten oder zur linken des Rahmens je nach dem Kopplungssinn der Hilfsantenne entsteht. Während nun bei der Seitenbestimmung der Rahmen um 90° gedreht wurde, bleibt beim Zielflugverfahren der Rahmen quer zur Flugzeuglängsachse stehen; geändert wird jetzt der Kopplungssinn der Hilfsantenne in schneller Folge und periodisch (etwa 8—10mal pro Sekunde). Bei genauem Kursflug wird bei jeder Polung der Hilfsantenne am Empfängerausgang die gleiche absolute Wirkung nachweisbar sein, da auch die Eingangsspannung im Absolutbetrag jedesmal gleich groß war. Der Zeiger eines Anzeigeinstrumentes wird bei genügend groß gewählter Dämpfung des Zeigersystems im Nullpunkt in Ruhe bleiben, wenn das Instrument mit der Tastfrequenz umgepolt wird; er wird aber nach der einen oder anderen Seite ausschlagen, wenn das Flugzeug nach Steuerbord oder nach Backbord vom Kurs abkommt, da dann die Amplitude der Eingangsspannung bei der einen Polung der Hilfsantenne eine andere ist als bei der gegensinnigen, so daß bei der integrierenden Wirkung des Instrumentes der Zeiger nach der negativen oder positiven Seite von der Nullage abweichen wird. Das Anzeigeinstrument sitzt auf dem Armaturenbrett vor dem Führersitz, so daß der Flugzeugführer die Kursabweichungen immer genau verfolgen und im richtigen Sinn korrigieren kann. Die beiden Wechselschalter werden von einem kleinen, in den Empfänger eingebauten Motor angetrieben. Wenn sich eine gehörmäßige Erkennung beim Zielflug als zweckmäßiger erweist — wenn z. B. das Auge durch anderweitige Beobachtungen beansprucht ist —, wird nach dem sog. AN-Verfahren gearbeitet. Dabei wird die Hilfsantennenkopplung im Rhythmus der Morsezeichen A und N (Punkt-Strich, Strich-Punkt) in der Weise umgeschaltet, daß sich die Pausen des einen Zeichens genau mit den Gebezeiten des anderen Zeichens decken, also bei Symbolisierung der A-Zeichen mit Punkt_a, Strich_a und der N-Zeichen mit Strich_n, Punkt_n in der kontinuierlichen Reihenfolge: $\text{Punkt}_a - \text{Strich}_n - \text{Strich}_a - \text{Punkt}_n$. Ist nun die Lautstärke beider Zeichen gleich groß, d. h. also, wenn daß Flugzeug Kurs hält, ergänzen sich die Zeichen im Telephon zu einem Dauerstrich. Weicht aber das Flugzeug vom Kurs ab, so tritt das eine Morsezeichen gegen das andere lautstärker hervor und der Flugzeugführer braucht in Kenntnis der Zugehörigkeit der einzelnen Zeichen zu den Begriffen „Sender liegt links" und „Sender liegt rechts" nur entsprechend gegenzusteuern, um wieder Kurs zu fliegen.

Das im vorigen beschriebene Zielflugverfahren ermöglicht die Ansteuerung eines Zieles auf kürzestem Weg und gibt Kursabweichungen nach Backbord oder Steuerbord zu erkennen; dabei kann aber nicht festgestellt werden, um wieviel Grad das Flugzeug vom Kurs abgekommen ist. Eine Möglichkeit, die Richtung eines Senders genau in Winkelgraden bezüglich der Flugzeuglängsachse in selbsttätiger Dauersichtanzeige ablesen zu können, ist im sog. Funkpeilkompaß[7] gegeben. Dieser Funkpeilkompaß stellt einen Phasenmesser dar und beruht in seiner Wirkungsweise auf der Richtwirkung der Rahmenantenne. In einer praktisch erprobten Anlage ist über dem rückwärtigen Rumpfende eines Großflugzeuges ein Drehrahmen von 30 cm Durchmesser angeordnet; dieser Rahmen wird durch einen Elektromotor über ein Reduziergetriebe in Umdrehung versetzt und auf eine Drehzahl von 5 U/s eingestellt, so daß in der Sekunde 10 Maxima und Minima im Peilempfänger verzeichnet werden: am Empfängerausgang steht ein Peilstrom mit einer Frequenz von 10 Hz zur Verfügung; dabei hängt natürlich die Phasenlage dieses Stromes, bezogen auf eine bestimmte Aus-

[7] S. auch: L'Onde Electrique 1937, 1. — ENW. 1937, 162.

gangslage, von der Lage der Flugzeuglängsachse als Bezugsrichtung zum Sender ab. Um eine Phasenmessung durchführen zu können, muß zunächst ein Bezugspunkt festgelegt werden. Diesem Zweck dient ein mit dem Drehrahmen und dem Antriebsmotor auf der gleichen Achse sitzender Hilfsphasengenerator, der zwei Ströme mit einer der Peilstromfrequenz entsprechenden Frequenz liefert, die gegeneinander um 90° in der Phase verschoben sind. Diese Ströme nehmen in den Statorwicklungen eines Phasenmessers unter dem Einfluß der Selbstinduktivität einen sinusförmigen Verlauf und können durch die Beziehungen $i_1 = I_0 \sin \omega t$ und $i_2 = I_0 \sin(\omega t + \pi/2) = \cos \omega t$ dargestellt werden. Für den Gesamtkraftfluß (magnetisch) im Statorfeld gilt dann:

$$\mathfrak{B} = \sqrt{\mathfrak{B}_1^2 + \mathfrak{B}_2^2} = \sqrt{C^2 i_1^2 + C^2 i_2^2} = C I_0 ,$$

d. h. der Kraftfluß im Statorfeld hat unabhängig von der Zeit immer den gleichen Wert. Für den Winkel α der resultierenden Kraftflußrichtung mit der Flugzeuglängsachse gilt: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mathfrak{B}_1}{\mathfrak{B}_2} = \operatorname{tg} \omega t$, wenn man die Komponente $\mathfrak{B}_1$ (oder $\mathfrak{B}_2$) in Richtung der Flugzeuglängsachse fallen läßt. Daraus folgt: $\alpha = \omega t$, d. h. der Zweiphasenstrom erzeugt ein konstantes Drehfeld, das sich mit der Peilstromfrequenz dreht. Der Peilstrom selbst nun wird der Ankerwicklung des Phasenmessers zugeführt, in der so ein magnetischer Kraftfluß gleichbleibender Richtung, jedoch veränderlicher Größe entsteht. Nach bekannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten sucht sich der Anker senkrecht zum Drehfeld zu stellen, wobei die treibende Kraft am größten ist, wenn der Rahmen im Empfangsmaximum steht. Um nun einen Bezugspunkt festzulegen, wird die Anzeigevorrichtung so eingestellt, daß beim unmittelbaren Anflug eines Senders (nach Kompaßkurs!) und ins Empfangsmaximum gedrehten Rahmen die Drehfeldrichtung und die Flußrichtung in der Ankerspule mit der Flugrichtung zusammenfallen, was man erreichen kann, indem man die Statorwicklungen solange verdreht, bis der Anker seine größte Ablenkung erfährt (absoluter Maximalausschlag). Diese ausgezeichnete Ankerstellung kann als Nullstellung der mit dem Anker verbundenen Skala eingeführt werden. Durch Integration der während der Dauer eines Umlaufes des Drehfeldes bei Verschiedenheit der Richtungen des Kraftflusses im Anker und im Drehfeld auf den Anker wirkenden Kräfte über die Zeit erhält man das wichtige Ergebnis, daß die bei einer Abweichung aus der Flugrichtung den Anker gegen die „Nullage" versetzende Kraft proportional dem Sinus des doppelten Azimutwinkels ist. Infolge seiner Trägheit nimmt der Anker die der errechneten mittleren Kraft entsprechende Ruhelage ein; dabei ist aber die Ankerträgheit doch noch so gering, daß die Skala bei der vorhandenen Frequenz um rund $^1/_4$° vibrieren kann, wodurch die Lagerreibung bedeutend gemindert und die Empfindlichkeit der Anlage gesteigert wird. Beachtet man nun noch, daß nach einem Elementargesetz die zur Ankerablenkung nötige Kraft dem Sinus des Ablenkwinkels proportional ist, so ersieht man schließlich, daß die bei einer Kursabweichung beobachtbare Skalenversetzung ein genaues Maß für den Azimutwinkel darstellt. Praktische Erfahrungen sprechen für eine Arbeitsgenauigkeit des Funkpeilkompasses von ± 2° bei Entfernungen von etwa 500 km vom Zielsender mit 300 W Leistung; seitliche Neigungen des Flugzeuges um 30° brachten Ungenauigkeit von höchstens 1°. Bei Anpeilung größerer Sender lassen sich natürlich auch größere Reichweiten erzielen. So konnten bei Peilung des Senders „Radio Paris" (60 kW) Entfernungen von 2000 km überbrückt werden. Beschränkt ist die Verwendbarkeit des Funkpeilkompasses durch die Tatsache, daß er im Prinzip wie jeder gewöhnliche Peiler den Einflüssen des Nachteffektes ausgesetzt ist[7].

Mit der Ermöglichung der eindeutigen Richtungsbestimmung während des Fluges, der Standortsbestimmung und des Zielfluges unter Verwendung hochfrequenztechnischer Hilfsmittel sind die Hauptschwierigkeiten, die auf Streckenflügen bei unsichtigem Wetter auftreten können und zu deren Beseitigung keine mechanischen Hilfsmittel (wie z. B. der künstliche Horizont, der die seitlichen Neigungen des Flugzeuges anzeigt, oder das Variometer, das angibt, ob das Flugzeug sinkt oder steigt) verfügbar sind, behoben. Zu betrachten bleiben noch die Maßnahmen, die zur Ermöglichung einer sicheren Nebellandung ergriffen werden können. Vor der Darstellung der zur Zeit sichersten Einrichtung zur Erleichterung der Blindlandung, nämlich des Gleitwegverfahrens, soll noch ein anderes viel benutztes Verfahren beschrieben und unter Hinweis auf die diesem Verfahren anhaftenden Mängel die Notwendigkeit der Schaffung anderer Methoden verständlich gemacht werden. In diesem Sinne wird in der Folge zunächst das „ZZ-Verfahren" beschrieben.

Ein Flugzeug soll im Zielflug in die Nähe des Zielhafens gekommen sein, der in Nebel liegt, so daß zur Landung nicht angesetzt werden kann. In Einleitung des „ZZ-Verfahrens" bittet dann das Flugzeug die Flughafenfunkstelle um Kursangabe; diese nimmt Peilung und leitet durch Funkspruch die Maschine in der technisch günstigsten Richtung auf den Flugplatz zu. Das Manöver dauert solange, bis das Flugzeug in der gewünschten Richtung und niedrig genug ankommt. Stellt dann ein Beobachter, der an der Rollfeldgrenze steht, gehörmäßig fest, daß die Maschine über ihm steht, so erhält die Maschine den Funkspruch „ZZ" zum Zeichen, daß sie sofort nach unten zur Landung durchstoßen soll. Aus dieser Darstellung des „ZZ-Verfahrens" dürfte bereits klar geworden sein, daß eine derartige Blindlandung einen sehr erheblichen subjektiven Unsicherheitsfaktor enthält, der gerade im kritischsten Augenblick zur Auswirkung kommen kann und dann mitunter zu einer Katastrophe führt. Bedenkt man noch, daß die Lande-

geschwindigkeit der heutigen Flugzeugmuster nur wenig unter 100 km/Std liegt, so versteht man auch, daß alle Vorgänge bei der Landung sehr genau angesetzt und praktisch im Augenblick nach Erhalt sie betreffender Funksprüche eingeleitet werden müssen, um noch eine genügend lange Landebahn verfügbar zu haben. Wünschenswert ist daher die Schaffung eines Gleitweges, auf dem das Flugzeug ohne die subjektive Unterstützung von Bodenbeobachtern auf das Rollfeld gelangen kann.

Die verschiedenen Nachteile des „ZZ-Verfahrens" werden bei Anflug und Landung nach dem sog. Ultrakurzwellenbaken[8,1] vermieden. Der Anflugkurs wird dabei nach dem bereits diskutierten AN-Verfahren durch eine Strichzone festgelegt; im Prinzip handelt es sich hier um die gleichen Vorgänge, wie sie schon bei der Beschreibung des gehörmäßigen Zielfluges geschildert wurden. Während jedoch dort die AN-Tastung empfängerseitig durchgeführt wurde und jeder beliebige Sender aufgenommen werden konnte, wird hier senderseitig getastet. In der Praxis besteht die Senderanlage aus einem vom Sender direkt gespeisten vertikalen Dipol mit je einem gleichartigen Dipol in festem Abstand von ersterem zur Rechten und zur Linken; diese beiden Reflektordipole können in der Mitte durch ein Relais geöffnet oder geschlossen werden und es entstehen die bekannten Richtcharakteristiken, die nach rechts oder nach links weisen, je nachdem, welcher Dipol geschlossen ist und die sich überlappen. Die Reflektoren werden nun im Rhythmus der Morsezeichen A und N derart umgeschaltet, daß die Pausen des einen Zeichens (Pausen zwischen Punkt und Strich, bzw. Strich und Punkt) sich mit den Gebezeiten des anderen Zeichens (Strich bzw. Punkt und umgekehrt) decken. In der Überlappungszone ergänzen sich die Reflektorzeichen zu einem Dauerstrich und der so ausgezeichnete Leitstrahl kann als Kursanzeiger dienen; bei jeder Kursabweichung geben die deutlich hervortretenden Zeichen des einen Reflektors sofort die Seite der Abweichung an. Neben der genauen Festlegung der Einflugschneise und damit der Sicherung des Anfluges ermöglicht die UKW.-Bake auch die Herstellung des für die Landung noch wichtigeren Gleitweges. Als Landebahn wird dabei eine „Linie gleicher Feldstärke" verwendet. Das diese Anwendung nahelegende Vertikaldiagramm der Feldverteilung der Antenne ist in Fig. 2 dargestellt. Die eingetragenen Kurven stellen „Linien gleicher Feldstärke" dar, und zwar nimmt letztere entsprechend der zunehmenden Entfernung vom Sender von innen nach außen ab. Das dargestellte Strahlungsdiagramm ergibt sich durch Überlagerung der direkten mit der am Boden reflektierten Strahlung, so daß man sich die Feldstärke in jedem Punkt im Raum aus zwei Komponenten zusammengesetzt denken kann. Durch Verbindung aller Punkte, in denen gleiche Feldstärke herrscht, erhält man dann die Linien gleicher Feldstärke, die durch richtige Bemessung des Strahlers (Amplitude) und geeignete Erhöhung über dem reflektierenden Boden (Phase) die in der Figur wiedergegebene Form einer für die Landung äußerst günstigen Gleitwegkurve annehmen können. Zwei weitere Hilfsmittel, welche bei dem Bakenverfahren mitangewendet werden, stellen die Einflugzeichen dar: Das Vorsignal und das Hauptsignal. Sie werden von zwei mit verschiedenen Frequenzen modulierten UKW.-Sendern ($\lambda \approx 7$ m), deren Antennen senkrecht nach oben strahlen, gegeben; das Flugzeug durchfliegt beim Anflug, der in etwa 200 m Höhe erfolgt, nacheinander zwei Signalfronten. Das Vorsignal gibt den Zeitpunkt an, zu dem zur Landung angesetzt werden soll, während das Hauptsignal die Platzgrenze kennzeichnet. Bei der praktischen Ausführung einer Blindlandung werden die einzelnen Vorgänge an einem einzigen Instrument abgelesen, das auf dem Armaturenbrett

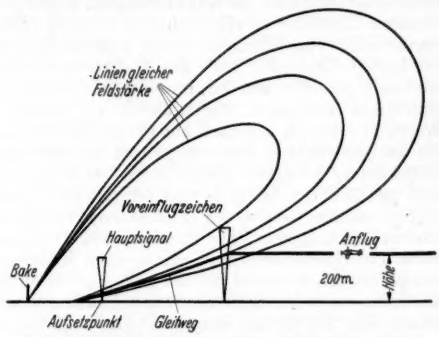


Fig. 2. Blindlandung nach dem Bakenverfahren.

vor dem Führersitz angebracht ist. Dieses Instrument besitzt zwei Zeiger, von denen der eine die Abweichungen vom Anflugkurs nach Backbord (Sichtmarke BB) oder nach Steuerbord (Sichtmarke StB) angibt und bei genauem Kursflug in der Mittellage in Ruhe bleibt, während der andere Zeiger beim Anflug die Spannung am Empfängerausgang mißt und zwischen den Grenzen nahe und weit die Annäherung an den Flugplatz bezeichnet. Bei Überfliegen des ersten Einflugzeichens wird ein grünes Schauzeichen, beim Überfliegen des Hauptsignals ein rotes Schauzeichen sichtbar; beide Zeichen sind ebenfalls auf dem Anzeigeinstrument untergebracht und werden über Siebketten (entsprechend den verschiedenen Modulationsfrequenzen der Signalbaken) vom Empfänger nacheinander betätigt. Beim Erscheinen des Vorsignals wird die Anlage auf „Gleitweg" umgeschaltet: Der bisher als Entfernungsmesser dienende Zeiger stellt sich nun, entsprechend einer einmal erfolgten Eichung der Anlage auf die Feldstärke im Gleitweg (Kurve konstanter Feldstärke) in die Mittellage ein, und der Flugzeugführer hat beim Landemanöver nur genau darauf zu achten, daß der Zeiger seine Lage beibehält, und die Maschine entsprechend zu

[8] S. auch: B. S. J. Research 1937, 1.

drücken. Das Blindlandebakenverfahren ist vom elektrischen Standpunkt aus gesehen zuverlässig. Bei der Aufstellung einer Anlage muß jedoch besonders darauf geachtet werden, daß keine großen Metallflächen (Zäune, Blechdächer, Eisenbetonhallen usw.), die den Feldverlauf stark stören können (Aufspaltung des Strahls und dergl.) und das Verfahren unbrauchbar machen würden, in der Nähe des Bakenstandorts sich befinden. Bei Beachtung dieser Gesichtspunkte läßt sich mit Hilfe der Bake eine Blindlandemöglichkeit schaffen, die zur Zeit als die sicherste diesem Zwecke dienliche Einrichtung betrachtet werden kann und die so zuverlässig arbeitet, daß die subjektive Abneigung mancher Flugzeugführer gegen diese elegante Art der Blindlandung bestimmt nicht angebracht erscheint.

Die bisher behandelten Fragen der Flugfunknavigation und die besprochenen Lösungen sollten einen Überblick über die Anforderungen, welche die moderne Luftfahrt an die drahtlose Technik stellt, vermitteln. Von Interesse dürfte schließlich noch ein kurzer Überblick über die Maßnahmen sein, die heute getroffen werden, um auch zur Nachtzeit fehlerfreie Peilungen durchführen zu können[1]. Während nämlich tagsüber am Peilerstandort nur die Bodenstrahlung des angepeilten Senders mit ungestörter, normaler Polarisation wirksam ist, tritt zur Zeit der Morgen- und Abenddämmerung und nachtsüber die von der (gehobenen) Heavisideschicht zurückgeworfene Raumstrahlung hinzu, deren Polarisationsrichtung sehr starken Änderungen unterworfen ist und mit der Lage und Struktur der reflektierenden Schichten Einfallsrichtung wie Phase und Amplitude wechselt. Das mit einem gewöhnlichen Drehrahmen gepeilte Minimum wandert dann nicht selten äußerst rasch aus und Peilstrahlwanderungen um $\pm 90°$ und darüber sind eine durchaus häufige Erscheinung. Zur Beseitigung dieses Dämmerungs- und Nachteffektes sind zwei Verfahren entwickelt worden: Das „Impulsverfahren"[9] und das „Adcockverfahren"[9]. Beim Impulsverfahren wird der Laufzeitunterschied zwischen Boden- und Raumwelle ausgenutzt, der dadurch entsteht, daß die Bodenwelle sich auf der Erdoberfläche auf einem Großkreis ausbreitet, während die Raumwelle erst nach ein- (oder mehrmaliger) Reflexion an der Heavisideschicht und anderen, ionisierten Schichten am Beobachtungsort eintrifft. Die angepeilte Station sendet Impulse, die eine Dauer von etwa $3 \cdot 10^{-3}$ Sekunden haben und so im allgemeinen kürzer sind, als der Zeitunterschied, der dem Wegunterschied der beiden Wellen entspricht, so daß eine getrennte Beobachtung möglich ist. Die Impulsfolge beträgt etwa $^1/_{300}$ Sekunde, so daß eine Impulsfrequenz von etwa 300 Hz zustandekommt. Am Peiler wird hinter den üblichen Peilempfänger ein Impulsverstärker geschaltet, der die verstärkten Senderimpulse auf eine BRAUNsche Röhre gibt. Auf dem Schirm der BRAUNschen Röhre erscheinen die Boden- und Raumimpulse auf der horizontalen Zeitlinie. Tagsüber, also in dämmerungseffektfreien Stunden, erscheinen auf dem Schirm, entsprechend einer Kippfrequenz der Anlage von 150 Hz, nur zwei scharfe Zacken. Tritt Raumstrahlung auf, so erscheinen rechts neben den Zacken der Bodenstrahlung noch die kleineren Zacken der Raumstrahlung. Auf diese Weise gelingt es, die „peilsichere" Bodenwelle neben der anomal polarisierten Raumwelle sichtbar zu machen. Eine Verwechslung der verschiedenen Zacken ist praktisch unmöglich: Die Zacken der Bodenstrahlung sind stets an ihrem gleichmäßigen Abstand und der gleichbleibenden Amplitude erkennbar. Wie bei der gewöhnlichen Peilung wird auch bei der Peilung nach dem Impulsverfahren nach dem Minimum gepeilt. Die richtige Peilung wird genommen, indem der Rahmen so gedreht wird, daß die beiden Hauptzacken auf dem Leuchtschirm (in der Zeitlinie) verschwinden. Anwendbar ist das Impulsverfahren in Verbindung mit jedem Drehrahmen; es wurde mit Erfolg bei Bodenpeilern wie an Bord von Flugzeugen erprobt. Beim Bordbetrieb sendet das Flugzeug die Impulse auf 327 kHz, das Peilergebnis wird ihm dann vom Bodenpeiler auf 345 kHz übermittelt. Die erzielten Reichweiten betragen etwa 150 km. Ein Verfahren, das jede Art von Sendern peilsicher empfangen läßt und größere Reichweiten zuläßt, ist im Adcockverfahren entwickelt worden. Die Entwicklung in dieser Richtung wurde hauptsächlich getragen von dem Gedanken der Konstruktion eines Empfangsantennensystems, das anomal polarisierte Feldkomponenten überhaupt nicht aufnimmt. Der gewöhnliche Adcock besteht aus vier genau gleichlangen Vertikalantennen, die in den vier Ecken eines Achsenkreuzes aufgestellt sind. Im Mittelpunkt des Vierecks steht der Empfänger, dessen Hauptbestandteil das Goniometer, eine Kreuzspulenanordnung, darstellt. In Richtung der Hauptachsen der Anordnung verlaufen von den Fußpunkten der Vertikalantennen aus horizontal die abgeschirmten Speisekabel zu den Goniometerspulen. Schematisch dargestellt sind die gegenüberliegenden Vertikalantennen über die Goniometerspulenpaare miteinander verbunden, so daß die Anlage zweimal ein U darstellt und wegen dieser Antennenform auch U-Adcock genannt wird. Die eigentliche Peilung wird mit dem Goniometer vorgenommen. Dieses besteht aus zwei Spulenpaaren, die rechtwinklig gekreuzt sind. Die Dipolpaare erzeugen in den Spulen zwei Felder, die sich zu einem resultierenden Peilfeld zusammensetzen. Mit einer dritten Spule, die sich im Kreuzungspunkt der Goniometerspulen drehen läßt, wird die Richtung bestimmt, indem das Minimum aufgesucht wird. Das Minimum tritt auf, wenn die Fläche der Sucherspule senkrecht zum resultierenden Peilfeld steht. Mit der Sucherspule ist ein Zeiger verbunden, der eine Skala bestreicht, auf der die angepeilte Richtung abgelesen werden

[9] S. auch: F-Flagge 1937, Nr 7 u. 8. — Electrical Communication 1938.

kann; der U-Adcock erwies sich nicht als Idealanordnung, da die Bodeneinflüsse nie ganz zu beseitigen waren. Man ging dazu über, die Zuleitungen zum Peilempfänger (Goniometer usw.) nicht, wie bisher, in oder unmittelbar über der Erde, sondern in der Mitte der Dipolantennen abzuzweigen und erhielt so die heute eingeführte H-Adcock-Anlage, deren Aufbau an einem praktischen Beispiel beschrieben werden soll, wie es in den in Deutschland zur Zeit in Erprobung befindlichen Anlagen gegeben ist[9]. Diese Anlagen besitzen vier Holzgittermaste von je 20 m Höhe, die zwischen starren Auslegern (je drei: oben, Mitte, unten) verspannt, die Vertikaldipole tragen. Die horizontalen Zuleitungen führen in etwa 12 m Höhe über dem Boden zu einem Peilhäuschen, in dem das Goniometer und die übrigen Geräte untergebracht sind und das entsprechend hoch steht. Da alle Zuleitungen zur Adcockanlage wegfallen müssen, um störende Einflüsse auszuschalten, sind sämtliche Stromquellen im Peilhaus untergebracht. Die Verständigung mit der Platzleitung erfolgt über eine Dezimeterwellenverbindung. Die Versuchsergebnisse ergaben bei über 90% aller bis heute durchgeführten Nachtpeilungen bis zu 150 km Entfernung weniger als $\pm 4°$ Peilfehler. Flugzeuge mit einer 20-Watt-Bordstation und mit einer 70 m langen Schleppantenne konnten aus einer Entfernung von 220 km noch gut gepeilt werden.

Von sehr großer Bedeutung für die Peilung bei Nacht und bei Tag sind polarisationseffektfreie Anlagen für kurze Wellen. Die Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiete, die sich auf der Basis des Adcockprinzipes bewegen, sind heute in vollem Gange. Am aussichtsreichsten erscheint dabei die sog. Doppelrahmenanordnung[10]. Ihr Aufbau soll an einem praktischen Beispiel geschildert werden. Zwei quadratische Rahmen von einer Seitenlänge von 2,5 m sind in einem festen Abstand von 20 m mit der Rahmenebene senkrecht zur abgeschirmten horizontal verlaufenden Speiseleitung aufgestellt und um die Mittelsenkrechte der Anordnung drehbar angeordnet. In der Minimumstellung verläuft die Speiseleitung senkrecht zur angepeilten Richtung: Die einfallende Welle erregt beide Rahmen in gleicher Phase; ein Phasenschieber, der, symmetrisch zu beiden Rahmen, im Drehpunkt liegt, sorgt für eine Phasenverschiebung um 180°, so daß eine Minimumpeilung durchführbar ist. Die heute verfügbaren Meßergebnisse zeigen, daß die Anlage durchaus brauchbar ist. Es konnten die Polarisationsfehler bis auf 0,5° herabgesetzt werden und (bei Vorhandensein unvermeidlicher sonstiger Trübungsursachen, wie Streustrahlung usw.) Peilgenauigkeiten von $\pm 2°$ erzielt werden. Von großer Bedeutung ist die Anwendung des Prinzips der Doppelrahmenanordnung auf den Bordbetrieb in Form eines Zielfluggerätes[11], wie er vereinzelt schon vorgeschlagen wurde. Auch hier muß im Prinzip die Speiseleitung senkrecht zur Richtung des Zielsenders verlaufen, wenn die ankommende Welle die Rahmen in gleicher Phase erregen und (über den Phasenschieber) ein absolutes Minimum am Empfängerausgang auftreten soll. Jede Abweichung vom Kurs verursacht dann eine Zerstörung der Phasengleichheit und damit eine Änderung im Minimumzustand, der irgendwie zur Betätigung einer Sichtmarke nutzbar gemacht werden kann.

Eine Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten der Hochfrequenz in der Luftfahrt kann nicht abgeschlossen werden, ohne daß schließlich auf die Anwendungsfrage der Dezimeterwellen eingegangen wird. Entsprechend dem Charakter dieser Schwingungsform kommen als Anwendungsmöglichkeiten nur Nahsignalmittel in Frage. Im besonderen Maße ist die Eigenschaft starker Bündelungsfähigkeit von Bedeutung, die Vorteile mit sich bringt, wie die Versorgung eines ganz schmalen Winkelbereiches mit Energie und Unhörbarkeit in den anderen Richtungen, insbesondere nach rückwärts. Für den Bordbetrieb kommen praktisch nur Zentimeterwellen in Frage, wenn man an eine Verwendung als Strahlwerfer denkt; denn erst bei diesen Wellen lassen sich die Strahlwerfer in Ausmaßen herstellen, die sich an Flugzeugen unterbringen lassen, ohne unzulässige, aerodynamische Bremswirkungen auszulösen. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ergibt sich aus der bekannten Tatsache, daß ein Körper Wellen in nennenswertem Maße erst dann abschattet oder zurückwirft, wenn er mindestens etwa 5—10mal so groß ist, wie die Welle lang ist. Betrachtet man nun ein Flugzeug als Schatten- oder Reflexionskörper, so ist gegenüber Dezimeterwellen und noch in höherem Maße gegenüber Zentimeterwellen eine erhebliche Schatten- und Reflexionswirkung zu erwarten. Diese Wirkung kann bei Flugzeugen zur Anwendung gebracht werden, indem z. B. „Positionslichter" mit Dezimeterstrahlern angeordnet werden, die auch im Nebel sicher arbeiten[12]. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Ausnutzung von Dezimeterstrahlen für die Zwecke des Kollisionsschutzes[13]. Voraussetzung für die Anwendbarkeit von Mikrostrahlen in der Luftfahrt wird immer sein, daß die Strahlung äußerst kurzstrahlig ist, um zu aerodynamisch noch möglichen Bündelungsorganen zu kommen. Im großen und ganzen muß heute noch damit gerechnet werden, daß weiteste Anwendungsgebiete noch problematischer Natur sind, da die Technik der Zentimeterwellen noch nicht so reif ist, um jetzt schon ernstlich für die praktische Anwendung in Frage zu kommen. Fest steht aber, daß überall an den Arbeitsstätten der industriellen Entwicklung und der Forschung zur gesteigerten Sicherung des Fluges eifrig gearbeitet wird und daß im Wettstreit in der Welt der hier Schaffenden noch große Werke zum Nutzen der Luftfahrt und zu ihrer Förderung entstehen werden.

[10] Interessante Veröffentlichungen: Marc. Review 53, 1, (1935); 57, 20; 58, 1—14 (1936).

[11] S. auch: Marc. Review 53, 1 (1935).

[12] Erste Hinweise: Lorenz-Berichte 6, 3 (1935).

[13] S. auch: Télévision 10, 110 (1937); weitere Literaturstelle: Bull. de SFR. 1936, 110.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Die Verwendung der Elektronensonde für Mikromanipulationen.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit[1] wurde über eine *Elektronensonde äußerster Feinheit* sowie über ihre Anwendung bei einem neuen Prinzip elektronenmikroskopischer Abbildung berichtet. Im folgenden soll eine weitere Anwendung der neuen Sonde in Vorschlag gebracht werden, die besonders für Untersuchungen über Zellentwicklungen sich als nützlich erweisen dürfte.

An der Spitze der Elektronensonde ist eine außerordentliche Konzentration von Elektronenenergie gegeben, die beim Einwirken auf organische Präparate im allgemeinen zwar noch nicht lichtmikroskopisch wahrnehmbare Verbrennungserscheinungen bewirkt, jedoch zweifellos lokale Schädigungen in lebenden Substanzen hervorrufen dürfte. Ein interessantes Anwendungsgebiet der ruhenden Elektronensonde wird darin erblickt, die letztere dazu zu verwenden, an bestimmten Zellteilen oder Kernteilen *punktweise, lokalisierte Verletzungen* vorzunehmen. Gegenüber den bisher in der biologischen Forschung benutzten mechanischen Sonden hat die Elektronensonde den Vorteil, daß sie eine außerordentlich viel größere Schärfe besitzt und daß in den oberhalb oder unterhalb der interessierenden Objektschicht gelegenen Schichten nur Schädigungen eintreten können, die klein sind gegenüber den Verletzungen am Ort der Sondenspitze und gegenüber den Zerstörungen, die bei Anwendung mechanischer Sonden eintreten.

Bei der Anwendung der Sonde ist allerdings zu beachten, daß die Sonde infolge der räumlichen Elektronenstreuung nur an der Oberfläche von Objektschichten ihre volle Schärfe besitzt. Einen zahlenmäßigen Überblick über die Unschärfenzunahme mit steigender Schichttiefe vermittelt die maßstäbliche Darstellung Fig. 1. Dieser Darstellung liegt die Annahme zugrunde, daß die Elektronensonde unmittelbar an der Schichtoberfläche einen unendlich kleinen Querschnitt aufweist. Tatsächlich empfiehlt es sich im Interesse großer

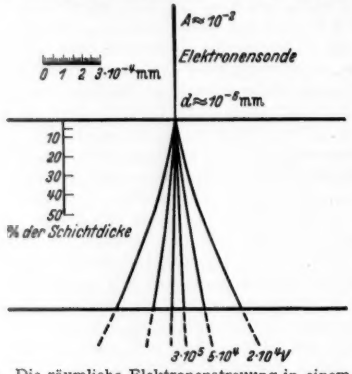


Fig. 1. Die räumliche Elektronenstreuung in einem homogenen, organischen Präparat von 10^{-3} mm Dicke. (Schematische, maßstäbliche Darstellung; berechnet für Kohlenstoff.)

Sondenstromstärke — hoher Zerstörungskraft der Sonde —, die Sondenschärfe nicht größer zu bemessen, als im Rahmen der jeweils vorliegenden Aufgabe für erforderlich erachtet wird. Eine auf Grund der Beziehungen in der eingangs zitierten Arbeit berechnete Darstellung über den Zusammenhang zwischen Sondenstrom und Sondenschärfe bei günstigster Ausgestaltung des elektronenoptischen Systems zur Sondenherstellung vermittelt Fig. 2.

Zur praktischen Ausführung des Vorschlags ist es notwendig, die Auftragstelle der Elektronensonde zu kennen und an einen gewünschten Ort zu verschieben. Das letztere gelingt durch bekannte Objektverschiebungs- oder Sondenablenkungsmethoden, während die schwierigere erstere Aufgabe durch Kombination der Sondeneinrichtung mit einem (Aufsichts-)Mikroskop gelöst werden kann. Hierbei wäre vor Durchführung der Manipulation die Lage der Auftreffstelle mit Hilfe eines feinkörnigen Fluoreszenzschirmes und beispielsweise eines Okkularmikrometers genau festzulegen.

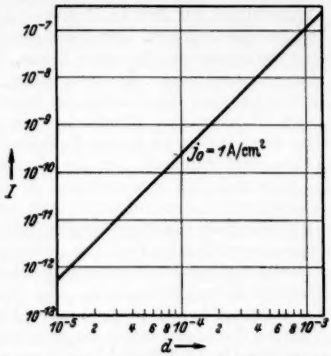


Fig. 2. Zusammenhang zwischen Sondenstrom I und Sondenschärfe d. (Normale Kathode, Anfangsapertur 0,02, Objektiv-Brennweite 1 mm.)

Die in der zitierten Arbeit mitgeteilten Zahlenwerte lassen erkennen, daß die zu behandelnden Gewebeteilchen sich an Luft, d. h. an der Außenseite eines Kollodiumhaut-Lenard-Fensters befinden können, ohne daß die Sondenschärfe kritisch verschlechtert wird. Es steht daher einer Anwendung des Verfahrens an lebenden Zellen keine grundsätzliche Schwierigkeit entgegen.

Berlin-Lichterfelde, den 5. August 1938.

MANFRED VON ARDENNE.

[1] M. v. ARDENNE, Das Elektronen-Rastermikroskop, Theoretische Grundlagen. Z. Physik **109**, H. 9/10, 553 (1938).

Übergang der Chinasäure in Shikimisäure.

In einer Reihe von Arbeiten[1] konnten wir Konstitution und Ringebenenkonfiguration für die beiden im Titel genannten, in der Natur verbreiteten Pflanzensäuren beweisen. Vor Jahresfrist gelang es uns[2], die Shikimisäure oxydativ zu Glucodesonsäure[3] abzubauen und damit über das erwähnte Resultat hinaus zu zeigen, daß die Konfiguration der drei hydroxyltragenden Kohlenstoffatome der Shikimisäure die gleiche ist wie die der Kohlenstoffatome 3, 4 und 5 der *d-Glucose*. Es schien uns schon damals sehr wahrscheinlich, daß die entsprechenden Kohlenstoffatome der Chinasäure die gleiche Konfiguration haben würden. Den direkten Beweis dafür können wir heute geben durch Umwandlung von Chinasäurederivaten in entsprechende der Shikimisäure. Am geeignetsten hierfür erwies sich das Amid der 3-Acetyl-4,5-methylen-chinasäure vom Schmp. 149°, das bei der Behandlung mit einem Überschuß von p-Toluolsulfochlorid und Pyridin glatt überging in das Nitril der 3-Acetyl-4,5-methylen-*shikimisäure* vom $Kp_{0,2}$ 128°. Dieses ließ sich in erträglicher Ausbeute in Formalshikimisäure vom Schmp. 138° und $[\alpha]_D = -88{,}7°$ (in Wasser) und weiter in freie Shikimisäure vom Schmp. und Mischschmp. 184—185° verwandeln[4].

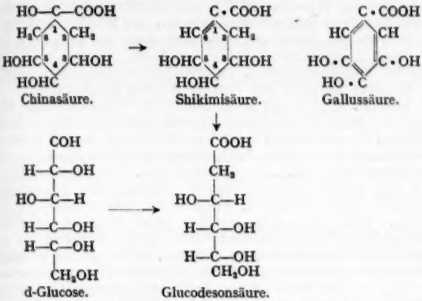
[1] Vgl. 1. bis 7. Mitteilung über Chinasäure und Derivate von H. O. L. FISCHER u. G. DANGSCHAT, Ber. dtsch. chem. Ges. **54**, 775 (1921); **65**, 1009, 1037 (1932) — Helvet. chim. Acta **17**, 1196, 1200 (1934); **18**, 1204, 1206 (1935).

[2] Helvet. chim. Acta **20**, 705 (1937).

[3] MAX BERGMANN u. Mitarbeiter, Ber. dtsch. chem. Ges. **55**, 158 (1922); **56**, 1052 (1923) — P. A. LEVENE u. MIKESKA, J. of biol. Chem. **88**, 791 (1930).

[4] Die experimentellen Einzelheiten erscheinen andernorts.

Vielleicht liegt dem nunmehr bewiesenen konfigurativen Zusammenhang zwischen Chinasäure, Shikimisäure und d-Glucose insofern auch der biogenetische zugrunde, daß diese weitverbreiteten Säuren in den Pflanzen aus Traubenzucker entstehen. Da andererseits der strukturelle Zusammenhang Chinasäure → Shikimisäure → Gallussäure augenfällig ist, so ist damit ein Hinweis gegeben, daß vielleicht sogar manche *aromatischen* Pflanzenbestandteile letzten Endes aus Kohlehydraten gebildet werden.



Berlin, Chemisches Institut der Universität; Banting Institute, University of Toronto, den 8. August 1938.

GERDA DANGSCHAT. HERMANN O. L. FISCHER.

Absorption von Korpuskeln in der Ionosphäre.

Verschiedene Ergebnisse der Ultrastrahlungsforschung, darunter auch die von Absorptionsmessungen[1], deuten darauf hin, daß außerhalb des durch Ballonaufstiege zugänglichen Teiles der Atmosphäre außer der Lufthülle ein weiterer Absorber bisher unbekannter Natur existiert. Da ein unendlich ausgedehntes Gas von freien Elektronen unendlich stark bremst, liegt es nahe, die Erklärung der zusätzlichen Absorption in den freien Elektronen der Ionosphäre zu suchen.

Die Größe der Bremsung durch die Hüllelektronen wird nach BOHR[2] von den Bindungskräften mit dem Atomkern begrenzt, während diejenige durch die Leitungselektronen in Metallen nach v. WEIZSÄCKER[3] von der Wechselwirkung mit dem Kristallgitter beschränkt wird. In unserem Fall wird die Bremsung durch die Stöße der Elektronen mit den Ionen und Molekeln der Ionosphäre bestimmt. Es wird deshalb zu ihrer Abschätzung in die BOHRsche Formel[2] für den Energieverlust pro Wegeinheit

$$-dT = \frac{2\pi e^2 E^2 N}{m v^2} \sum_n f_n \left\{ \ln \frac{2 m v^2}{h \nu_n} - \frac{1}{2} \ln \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) - \frac{v^2}{2 c^2} \right\}$$

als Oszillatorfrequenz ν die *Stoßzahl* eingesetzt. Dabei bedeuten: e und m Ladung und Masse des Elektrons, E und v Ladung und Geschwindigkeit des stoßenden Teilchens, N die Anzahl Atome pro Volumeinheit, f_n die Oszillatorenstärken, h das Wirkungsquantum und c die Lichtgeschwindigkeit. Die Tabelle 1 enthält die zur Berechnung notwendigen Zahlenwerte und die Ergebnisse.

Tabelle 1.

Schicht	Halbe Dicke[4] km	Elektronendichte[4] N/ccm	Gesamte Elektronenzahl N/qcm	Stoßzahl[5] sec^{-1}	$B = \ln \frac{2 m v^2}{h \nu}$	Bremsäquivalent mm Hg
E_1+E_2	30	$1 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^{11}$	10^3	42	$6 \cdot 10^{-11}$
F_1	75	$4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^{12}$	10^2	44	$3 \cdot 10^{-9}$
F_2	100	$9 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^{13}$			

Aus dem Vergleich des Wertes B, der ein Maß für das Bremsvermögen des einzelnen Teilchens ist, mit den BLOCH-schen Ergebnissen[1] geht hervor, daß im Mittel ein Elektron in der Ionosphäre Korpuskeln ebenso stark bremst wie die gesamte Elektronenhülle eines schweren Atoms. Trotzdem ist wegen der kleinen Elektronenzahl die Bremsung bei weitem zu *klein*, um einen merklichen Effekt zu geben. Auch die von REGENER[2] bei Ballonaufstiegen beobachteten Intensitätsschwankungen können nicht durch die bekannten Schwankungen der Elektronenzahl in der Ionosphäre erklärt werden.

Es ist nun noch möglich, daß die Teilchen der Ultrastrahlung in entfernteren Gebieten, in denen freie Elektronen existieren, nämlich dem äquatorialen Ringstrom[3] und dem interstellaren Raum, abgebremst werden. Eine Überschlagsrechnung zeigt, daß, wenn ersterer ausschließlich aus Elektronen besteht, ihre Zahl bei weitem zu klein ist (10^6 in einer Säule von 1 qcm Querschnitt), um eine Bremsung auszuüben. Was den interstellaren Raum betrifft, so läßt sich aussagen, daß wegen der kleinen Stoßzahl (10^{-6}/sec)[1] die mittlere Bremsung durch ein Elektron ($B = 80$) das Mehrfache von der durch ein Atom der häufigsten Elemente beträgt. Da weiter im interstellaren Raum die Atom- und Elektronenzahlen[4] ungefähr gleich sind, müßte jedenfalls die zusätzliche Absorption durch die Elektronen bei Betrachtungen über den Ursprung der Ultrastrahlung berücksichtigt werden. Weitergehende Folgerungen lassen sich wegen der Unsicherheit über die zugrunde zu legenden Daten, insbesondere über die Materiedichte, noch nicht ziehen.

Schließlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß die zusätzliche Bremsung in den Ionosphärenschichten in anderem Zusammenhang von Einfluß zu sein scheint. Falls die beobachteten Wolken größerer Ionisation in der Ionosphäre[5], die die Ursache für die anomalen Radioechos sind, durch weiche Korpuskularstrahlen erzeugt werden, so macht es sogar die kleine berechnete zusätzliche Absorption durch die Elektronen verständlich, warum diese Wolken in den schon bestehenden Schichten[6] erzeugt werden.

Stuttgart-N., Menzelstr. 20, den 10. August 1938.

HENRI D. RATHGEBER.

Zur Theorie der Molekülrotation der Wasserstoffmodifikationen im festen Zustand.

Normal- und Parawasserstoff besitzen bei gleicher Temperatur sowohl im festen wie im flüssigen Zustande etwas verschiedene Dampfdrucke. Eine Erklärung dieser Tatsache durch verschieden große zwischenmolekulare Kräfte der beiden Modifikationen erscheint durch das Fehlen eines merklichen Unterschiedes der zweiten Virialkoeffizienten[7] von Normal- und Parawasserstoff ausgeschlossen. Da nun die Ortho- und Paramolekeln bei den in Betracht kommenden Temperaturen sich praktisch alle in ihrem tiefsten Rotationsquantenzustande befinden, wurde versucht, den Einfluß eines im Kristall vorhandenen Potentialfeldes auf die Energieniveaus des zu $l = 0$ und $l = 1$ gehörigen Rotationszustandes quantenmechanisch zu berechnen.

Dies Potential kann man nun einmal so wählen, daß es völlig die Symmetrieverhältnisse der hexagonal dichtesten Kugelpackung besitzt, da dem Wasserstoff diese Kristallstruktur zukommt[8]. Ein einfaches derartiges Potential erhält man durch Superposition von normierten Kugelfunktionen Y_l^m:

$$E_p(\vartheta, \varphi) = A \left(Y_4^3 + \sqrt{\frac{7}{20}} Y_4^0 \right). \qquad (1)$$

Die Störungsrechnung erster und zweiter Näherung liefert dann für die Störung ΔE_l^m der Rotationsniveaus:

$$\left.\begin{aligned} \Delta E_0 &= -\frac{A^2}{\pi} \cdot 0{,}0169; \\ \Delta E_1^0 = \Delta E_1^{+1} &= \Delta E_1^{-1} = -\frac{A^2}{\pi} \cdot 0{,}0217. \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

[1] F. BLOCH, Z. Physik **81**, 363 (1933).
[2] E. REGENER, Physik. Z. **34**, 820 u. 880 (1933).
[3] C. STØRMER, Arch. Sc. phys. et nat. Genève **32**, 1 (1911).
[4] A. S. EDDINGTON, Der innere Aufbau der Sterne, S. 463 ff (1928).
[5] T. L. ECKERSLEY, Proc. Inst. Electr. Engr. **71**, 405 (1932).
[6] J. E. BEST, F. T. FARMER u. J. A. RATCLIFFE, Proc. Roy. Soc. Lond. (A) **164**, 96 (1938).
[7] K. SCHÄFER, Z. physik. Chem. (B) **36**, 85 (1937).
[8] KEESOM, SMEDT u. MOOY, Comm. phys. Lab. Univ. Leiden Nr 209d.

[1] A. EHMERT, Z. techn. Physik **18**, 549 (1937).
[2] N. BOHR, Phil. Mag **30**, 581 (1915).
[3] C. F. v. WEIZSÄCKER, Ann. Physik **17**, 869 (1933).
[4] T. L. ECKERSLEY, Proc. Roy. Soc. Lond. (A) **132**, 83 (1931).
[5] R. C. MAJUMDAR, Z. Physik **107**, 599 (1937).

Man erhält so nur unter Annahme eines großen A-Wertes eine merklich verschiedene Störung des Ortho- und Paragrundzustandes und damit eine verschiedene Sublimationswärme, die einen Unterschied der Dampfdrucke der Modifikationen zur Folge haben muß.

Nimmt man dahingegen an, daß die Molekeln bei tiefen Temperaturen sich mehr oder weniger in eine Vorzugsrichtung einstellen, so muß man dem Potential (1), um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, ein zweites Potential überlagern, welches verschiedene Werte besitzt, je nachdem eine Wasserstoffmolekel sich in die Vorzugsrichtung oder senkrecht dazu einstellt. Für dies Potential kann darum ein Ausdruck der Gestalt genommen werden:

$$E_p(\vartheta, \varphi) = B\left(Y_2^0 + \sqrt{\frac{5}{4}}\, Y_0\right). \qquad (3)$$

Rechnet man nur mit dem Vorhandensein des Potentials (3), so erhält man für die Störung der Rotationsniveaus:

$$\left.\begin{aligned} \Delta E_0 &= B\sqrt{\frac{5}{16\pi}} - B^2\frac{1}{24\pi};\\ \Delta E_1^0 &= B\sqrt{\frac{1}{5\pi}} + B\sqrt{\frac{5}{16\pi}} - B^2\frac{27}{1400\pi};\\ \Delta E_1^{+1} = \Delta E_1^{-1} &= -B\sqrt{\frac{1}{20\pi}} + B\sqrt{\frac{5}{16\pi}} - B^2\frac{9}{700\pi}. \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Bei Berücksichtigung beider Störpotentiale muß man die Störeffekte (2) und (4) addieren; solange jedoch die Werte A und B klein sind, kann man die quadratischen Glieder praktisch vernachlässigen. Das Störpotential (3) liefert außerdem eine Aufspaltung des einen Orthowasserstoffniveaus von den beiden anderen, wodurch ein Wiederanstieg der Molwärme des festen Orthowasserstoffs bei tiefen Temperaturen bewirkt wird, wie er tatsächlich von Simon und Mitarbeitern[1] gefunden worden ist.

Der Dampfdruckunterschied und die Molwärme bei tiefen Temperaturen lassen sich nun beide formal mit den üblichen statistisch-thermodynamischen Formeln berechnen, wenn man die Sublimationswärme des Orthowasserstoffs am abs. Nullpunkt um 8,7 cal höher annimmt als die des Parawasserstoffs und die obenerwähnte Aufspaltung zu etwa 11 cal ansetzt. Beide Werte folgen jetzt aus einem mit $B = -0{,}18$ angesetzten Störpotential (3), dem ein Potentialunterschied von 30 cal zwischen den beiden extremen Einstellungen der Wasserstoffmolekel entspricht.

Der Dampfdruckunterschied der beiden Modifikationen des schweren Wasserstoffs läßt sich mit dem gleichen Potentialunterschied von 30 cal errechnen, der Wiederanstieg der Molwärme des Paradeuteriums muß dann bei praktisch den gleichen Temperaturen liegen wie beim H_2 und auch den gleichen Betrag erreichen. Diesbezügliche Messungen werden in unserem Institut zur Zeit in Angriff genommen.

Die Gl. (1) bis (4) gewähren einen interessanten Ausblick auf einige bei den Rotationsumwandlungen beobachtete Effekte. Von Eucken[1] und von Fowler[2] wurde nämlich die bislang als plausibel betrachtete Annahme gemacht, daß die Hemmung — d. i. die Größe A bzw. B in (1) bzw. (3) — der bei diesen Umwandlungen vorliegenden gehemmten Rotation stark abnimmt, wenn schon einige Molekeln rotieren. Diese Annahme erfährt jetzt folgende quantenmechanische Interpretation: Wenn einige Molekeln in angeregten Rotationsquanten rotieren, so wird die Vorzugsrichtung aufgehoben und es bleibt nur noch das Störpotential (1), das dem betreffenden Kristalltyp angepaßt ist, übrig. Selbst bei gleicher Hemmung ($A = B$) ist aber die Störung der Rotationseigenwerte in diesem Falle wesentlich kleiner als vorher. Da man sich daran gewöhnt hat zu sagen, daß einer höheren Hemmung eine stärkere Störung der Eigenwerte entspricht, so täuscht die Aufhebung der Vorzugsrichtung eine starke Abnahme der Hemmung vor.

Eine ausführliche Darstellung der Theorie folgt demnächst in der Zeitschrift für physikalische Chemie.

Göttingen, Institut für physikalische Chemie der Universität, den 11. August 1938. Klaus Schäfer.

[1] F. Simon, Z. physik. Chem (B) 15, 121 (1932).

[1] A. Eucken Physik. Z. 35, 954 (1934).
[2] R. H. Fowler, Proc. Roy. Soc. Lond. (A) 149, 1 (1935).

Besprechungen.

Zeitschrift für angewandte Mineralogie. Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen von F. K. Drescher-Kaden. Bd. I, 1. Heft. Berlin: Gebr. Borntraeger 1937. IV, 96 S. und 8 Abbild. 16 cm × 25 cm. Preis pro Band brosch. RM 28.—.

Nach dem Vorwort des Herausgebers bezweckt die neue Zeitschrift, in stärkerem Maße als bisher praktisch verwertbare Ergebnisse der mineralogischen Forschung, die ja selbst aus den Erfahrungen des praktischen Bergbaues hervorgegangen ist, zusammenzufassen. Der Inhalt des ersten Heftes zeigt schon viele Wege an, die von der reinen Wissenschaft in die Praxis führen: W. Schmidt liefert durch Untersuchungen am Steinsalz einen Beitrag zur Kenntnis der Festigkeitseigenschaften der Kristalle. G. Klaus, Fr. Hegemann und Fr. Rost schildern eine Methode zur quantitativen spektroskopischen Bestimmung des Goldes in Seifenproben. Eine Arbeit von E. Preuss bringt die Ergebnisse der quantitativ spektroskopischen Bestimmung von Molybdän und Vanadium in Richelsdorfer Halden. Die Zusammensetzung der Schwermineralsande in einem Bereiche der Ostseeküste (sie enthalten vorzugsweise titanreiches Eisenerz und Granat) behandelt W. von Engelhardt. H. Witte beteiligt sich mit einem Beitrag zur Kenntnis der Kristallchemie der Legierungen (Magnesiumzinksilberlegierungen).

In späteren Heften soll eine Abteilung „Neuerscheinungen" durch kurze Auszüge auf in anderen Zeitschriften erschienene mineralogische Arbeiten praktisch-technischen Inhaltes hinweisen.

F. Machatschki, Tübingen.

KOBER, LEOPOLD, **Der geologische Aufbau Österreichs.** Wien: Julius Springer 1938. VI, 204 S., 20 Abbild. und 1 Tafel. 15 cm × 24 cm. Preis RM 12.—, geb. RM 13.50.

Die Geburtsstunde dieses Werkes steht unter glücklichem Stern. (Vorwort vom 9. April!) Was könnte willkommener sein als ein moderner Überblick über Bau und Möglichkeiten des deutschen Südost-Gaues, der kulturell so Unvergängliches schenkte, wirtschaftlich so viel verheißt, politisch Großdeutschland in den Sattel half!

„Bau und Bild Österreichs" erschien 1903, mitten in erstem Ansturm der von Westen eindringenden alpinen Deckenlehre. Die neue Synthese stammt von einem ihrer standhaftesten Verfechter in den Ostalpen, ist Erzeugnis 30jähriger Eigenarbeit. Unzweideutig ist die Stellungnahme gegen einen „Halbnappismus, der auch heute noch seine Vertreter hat". „Erst jetzt hat der Geologe schauen, beobachten gelernt." Die aus allen früheren Veröffentlichungen des Verfassers bekannten kurzen, gehämmerten Sätze lassen feste Führung verspüren. Erfreulicherweise wird in früherer Anschauung nicht vorwiegend der Gegensatz gesehen. Auf die Hervorhebung des Unterschiedes folgt ein versöhnliches: „Und dennoch — verbindet uns die Tradition der Erkenntnis" (24).

Nur 30 Seiten bleiben dem außeralpinen Österreich gewidmet. Ein allgemeiner Abschnitt am Schlusse behandelt Erdbeben, Schwere, Magnetismus, Bodenschätze, Böden mit größter Kürze. Der Alpentektoniker packt den Stier bei den Hörnern: er beginnt mit

dem — Tauernfenster! Die Darstellung folgt den Decken-Stockwerken dann von unten nach oben. Selbst im Wiener Becken sieht der reine Tektoniker vor allem ein „Gestaltungsbild" (169), interessieren ihn die Umgrenzungen, der fortlaufende Senkungsvorgang. Ebenso richtet sich innerhalb der Böhmischen Masse die Aufmerksamkeit nahezu ausschließlich auf innere Bauformel und Deformationen.

Allgemein wird in so formenreichem Lande eine Behandlung der Morphologie, der Talgeschichte, Tal- und Verwitterungsformen vermißt. Von irgendwelchen stratigraphischen, faziellen, gar paläontologischen, auch nur paläogeographischen Fragen oder Erscheinungen ist praktisch im ganzen Werke kaum die Rede. Geologie wird mit Struktur gleichbedeutend. Insofern ist gegenüber „Bau und Bild"-Darstellung die zweite Hälfte entfallen. Es ist eine Spezialbeschreibung der Tektonik Österreichs. Und diese darf man sich wohl gefallen lassen.

Im bayrischen Anteil des Alpenkörpers ist freilich gegenüber M. RICHTER von mancherlei Neu-Erkenntnissen und Anregungen noch nicht sehr weitgehend Kenntnis genommen.

Bemerkenswert ist die entschiedene Stellungnahme gegenüber STILLES Phasenlehre (172). Nicht recht glücklich will die Sprachschöpfung „Tauriden" für — das Tauernmassiv dünken. „Der Ring der Lengauriden ist der absolute Beweis für die Fensternatur der Tauriden" (40). Der zu beweisende Satz steht gern am — Beginn der betr. Abschnitte. Der Leser wird nicht induktiv den Weg, den die eigene Forschung gehen mußte, geführt. Mit Semmeringiden, Muriden (!), Koriden und vielen ähnlichen Baueinheiten hat er sich abzufinden.

Klarer und größer könnte man technisch die Lichtbildveranschaulichungen wünschen, angenehmer und leichter aufnehmbar das tektonische Kartenbild der beigehefteten Tafel. Profile sind spärlich verwendet.

Der Anschluß an das Schrifttum wird allenthalben vermittelt, der Werdegang der Erkenntnis oft mit markigen Strichen gekennzeichnet. Reiche Beobachtung ist allenthalben zu spüren.

E. HENNIG, Tübingen.

RICHTER, MAX, **Die deutschen Alpen und ihre Entstehung.** (Deutscher Boden: Bd. V.) Berlin: Gebr. Borntraeger 1937. 179 S. und 56 Abbild. 14 cm × 22 cm. Preis geb. RM 4.80.

Unter „deutschen Alpen" mußte man im Vorjahre noch „reichsdeutsche" verstehen. Heute hat der Begriff endlich seinen Sinn gewonnen.

Darum ist aber das handliche Büchlein nicht etwa veraltet. Im Gegenteil wird für Bregenzer Wald, Lechtaler Alpen, Allgäu, Ammergau, Wetterstein, Karwendel, Loisach-Inn-Voralpen, Chiemgau-Berge, Kaisergebirge, Reichenhaller und Berchtesgadener Berge einschließlich der Flysch- und angrenzenden Molasse-Zone alles Wichtige unter zum Teil neuem Gesichtswinkel zusammengetragen und knapp dargestellt. Eigene 15jährige Mitarbeit an moderner Erschließung des Alpenbaues und beachtliche Ergebnisse, gewonnen zusammen mit einer Reihe von Schülern, leuchten aus der Darbietung allenthalben heraus.

Es ist durchaus wissenschaftliche Synthese, und sie wendet sich an Fachgenossen, ist daher in einer Folge gemeinverständlicher Einführungen nicht unbedingt am rechten Platze. Der einigermaßen Eingeweihte dagegen wird viel ihn Fesselndes finden können.

Das für den Außenstehenden Schwerste, das sich als Ergebnis aus den Betrachtungen herauszuschälen hätte, die Deckenlehre, macht den Beginn. Die Gesamtanlage erhält damit einen deduktiven Zug. Das gegenwärtige Landschaftsbild führt zur jüngeren Gebirgsgeschichte in Tertiär und Diluvium über. Dann erst folgen mesozoische Entwicklungsgänge. Und nun erst bringt der Verfasser die Schilderung vom Bau der Einzelgebiete. Den Abschluß bilden die tektonischen Zoneneinheiten.

Mancherlei stratigraphische und tektonische Umdeutungen gegenüber geltenden Darstellungen fesseln und leuchten meist auch ein, werden freilich sehr selbstbewußt vorgetragen. Man folgt den klaren Darlegungen mit Aufmerksamkeit, obwohl in jüngster Zeit nicht ganz wenige Führer sich des Gesamtgebietes schon angenommen hatten (BODEN, LEUCHS, SCHERZER). Zu vertieftem Eindringen trägt das Bändchen sicherlich bei.

E. HENNIG, Tübingen.

Early man. As depicted by leading authorities at the International Symposium of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia, March 1937. Herausgegeben von GEORGE GRANT MACCURDY. London: J. B. Lippincott Co. 1937. 362 S., 27 Tafeln und 54 Abbild. 15½cm × 23 cm. Preis 21 Schilling net.

Das bunte Umschlagbild könnte ein populäres Buch vermuten lassen; aber schon die Namen der Autoren und die Themen geben Gewähr für durchaus wissenschaftliche Abhandlungen. Der Herausgeber ist Direktor der amerikanischen „School of Prehistoric Research". Die Einleitung gibt J. C. MERRIAM. v. KOENIGSWALD berichtet über die javanischen Funde von Modjokerto und Ngandong. Für das Modj.-Kind wird ein höheres Alter angenommen als für Pithecanthropus in den Trinilschichten. Ngandong wird ins obere Pleistozän, aber unserem Neandertaler entsprechend angesetzt. Java muß damals als nicht isoliert angesehen werden, so daß es die menschliche Entwicklung der anderen Erdteile mitmachen konnte.

Miß D. A. E. GARROD erörtert prähistorisch-kulturelle Beziehungen im Durchgangsgebiet durch Vorder- und Westasien.

Sir A. KEITH und D. MCCOWN geben mit 2 Schädelbildern eine ausführliche Beschreibung der neuzusammengesetzten Neandertalerfunde von Mount Carmel in Palästina. Die Frau von Tabun wird als älter als der europäische Neandertaler angesehen, weniger spezialisiert; auf diese Form könnten Neandertaler und Homo sapiens zurückgeführt werden.

A. W. BROGGER behandelt spätpaläolithische Menschen in Norwegen. P. B. SEARS schreibt über Pollenanalyse als ein Datierungsmittel in USA. Das gleiche behandelt F. C. BAKER bei pleistozänen Land- und Süßwassermollusken. Ebenso schreibt H. G. RICHARDS über pleistozäne Meerwassermollusken.

P. S. SMITH betont die sicheren Beziehungen zwischen Nordostsibirien und Alaska und die Rolle der Bering-See mit ihren verschiedenen Land-, Wasser- und Eisverhältnissen.

A. HRDLICKA faßt seine Untersuchungen dankenswerterweise dahin zusammen, daß für den amerikanischen Menschen ein höheres geologisches Alter nicht in Frage kommt, und wünscht allen amerikanischen Forschern Gelegenheit, die Fundplätze von „Early Man" in Europa zu studieren. Auch J. SPINDEN urteilt ähnlich und läßt für Amerika sogar nur neolithische Fundorte gelten. MACCLINTOCK errechnet dagegen für die Cochise-Kultur ein immerhin eiszeitliches Alter, etwa zwischen 30000 und 10000 Jahren. E. ANTEVS berichtet über Klima und den frühen Menschen in Nordamerika. H. S. GLADWIN befaßt sich mit der Kennzeichnung der frühen Kulturen von Texas und Arizona. K. BRYAN: Geologie der Folsom-Ablagerungen in Neumexiko und Colorado. Desgleichen F. H. H. ROBERTS:

Das Folsom-Problem in der amerikanischen Archäologie. M. M. LEIGHTON: Die Erkennung von Verwitterungsprofilen. E. H. COLBERT, C. B. SCHULTZ und E. H. BARBOUR: Pleistozäne und postglaziale Säugetiere in Nordamerika und Nebraska. E. H. SELLARDS behandelt den Verofund an der Küste des Atlantischen Ozeans in Florida.

TH. DE CHARDIN vergleicht in einer Übersichtskarte die Stratigraphie Indiens, Javas, Süd- und Nordchinas und Nordamerikas. Die oberen Sivalikschichten Indiens werden ins untere Pleistozän angesetzt, Djetis (Modjokerto) und Trinil auf Java ins obere Mittelpleistozän. PEI WENCHUNG gibt eine Zeittabelle, die unserer allgemeinen Auffassung entspricht; die Anthropusgruppe, einschließlich Mauerunterkiefer, steht im unteren Pleistozän. Steinheim gilt als Übergang zum Neandertaler, für dessen Frühzeit Svanscombe, Ehringsdorf und Krapina angesetzt werden, denen der eigentliche Neandertaler folgt. Homo sapiens fossilis steht im oberen Pleistozän.

V. G. CHILDE: Die postglazialen Klimaschwankungen der nordeurasiatischen Ebene. W. K. GREGORY und M. HELLMAN zeigen in einer Tabelle den Aufstieg der Primaten auf Grund der Zahnentwicklung; auch dabei geht der Menschenstamm kaum unter die Grenze des Pleistozäns zum Pliozän hinunter. Warum setzt GREGORY im Stammbaum dann die Spaltung zwischen Anthropoiden und Hominiden noch so tief an?

H. DE TERRA ordnet die Sivalikprimaten Indiens; im oberen Miozän erscheint nur ein Sivapithecus. All die anderen Funde werden ins Pliozän eingereiht. Menschliche Kulturen treten erst im zweiten Glazial, unserer Mindeleiszeit entsprechend auf, und steigen mit Chelleo-Acheuleen-Formen in das große Mindel-Riß-Interglazial auf. Menschliche Fossilien fehlen bis jetzt.

D. S. DAVIDSON setzt die Einwanderung der Polynesier in ihren Archipel um 400 n. d. Z. an. Vorher besetzen in nachfolgender Reihe Hinterindien die Negritos, Papua, Melanesier, Indonesier und Malaien. Für Australien wird kein Fund als eiszeitlich anerkannt, auch Talgai nicht; erst im letzten Pleistozänabschnitt oder im frühen Alluvium soll Australien besetzt sein. Das lese ich persönlich lieber als das Gegenteil. Die Tasmanier müssen entsprechend später ihre Insel erreicht haben.

E. D. MERRIL: Nutzpflanzen in ihrer Beziehung zur Ausbreitung der Kultur.

R. BROOM bringt seinen neuen Australopithecusfund im Vergleich mit dem ersten von Taungs; leider gibt er dazu nur die alten unzulänglichen Zeichnungen. Australopithecus gehört zu den Summoprimaten, in der Bezahnung ist weder Schimpanse noch Gorilla so menschlich wie er.

O. MENGHIN behandelt in seinem Abschnitt einen Auszug aus seiner „Weltgeschichte der Steinzeit". Hervorgehoben wird die Einteilung der altsteinzeitlichen Kulturen: in eine Klingenkultur in Mittel- und Osteuropa und eine Faustkeilkultur in der atlantischen Gegend.

K. B. SMITH: Eskimokulturen und ihre Beziehungen zur prähistorischen Kultur Nordamerikas.

E. DUBOIS nimmt Stellung zu den neuen Javafunden im Vergleich zu dem ersten Pithecanthropus, besonders hinsichtlich seiner bekannten Gehirn- und Gehirnzellenvergleiche.

G. DE GEER: Frühmensch und die Geochronologie. A. S. LUKASCHKON: Pleistozäne Fauna in Nordmandschurien.

Der Confinsmensch aus Südamerika ist ein Homo sapiens, der, wie H. V. WALTER, A. CATHOUD und A. MATTOS ausführen, als der primitivste Typus der altamerikanischen Rasse asiatischen Ursprungs, der bisher in Südamerika gefunden worden ist, aufgefaßt werden soll. Nach den Photographien ist die Zusammensetzung aber nicht gut möglich. Die Prognathie des Oberkiefers ist zu stark und paßt auch gar nicht zum Unterkiefer.

W. F. F. OPPENOORTH zieht in seinem Artikel den für die Ngandong-Menschen gegebenen Gattungsnamen „Javanthropus" zurück. Das habe ich von Anfang an gewünscht. O. stellt nun aber den Homo soloensis nicht mehr zum Neandertaler, sondern hält ihn für die älteste bisher bekannte Form des Homo sapiens fossilis.

Schließlich wünscht R. TORII die Hilfe der Archäologen und Anthropologen Amerikas für das Studium der „Steinzeit A" in Japan, die für die Vorfahren der Ainus angesetzt wird. HANS WEINERT, Kiel.

MÖBIUS, MARTIN, **Geschichte der Botanik.** Von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart. Jena: Gustav Fischer 1937. VI, 458 S. 16 cm × 26 cm. Preis brosch. RM 18.—, geb. RM 20.—.

Die neuzeitliche Entwicklung hat wie in anderen Wissenschaften so auch in der Botanik zu immer weiter gehender Auflösung in Einzeldisziplinen und deren Verselbständigung geführt, womit ein gewaltiges Anwachsen der Masse wissenschaftlicher Produktion Hand in Hand ging. Ist es für den einzelnen schon schwer, diese auch nur für ein Teilgebiet wirklich zu überblicken, so gilt dies noch mehr für die Botanik als Ganzes; die zusammenfassende Schau ist uns allen mehr oder weniger verlorengegangen. Wo bleibt unter diesen Umständen nun gar die Zeit, ein auftauchendes Problem auch noch geschichtlich in seiner ganzen bisherigen Entwicklung zu erfassen? Das Schrifttum ist erschreckend arm an historischen Darstellungen. So ist es gewiß erfreulich, daß SACHS mit seiner die Zeit bis 1860 berücksichtigenden „Geschichte der Botanik" nunmehr einen Nachfolger gefunden hat, dessen eigene Beschäftigung mit unserer Wissenschaft als Forscher und Lehrer bis 1880 zurückreicht. Man kann eine solche „Geschichte" nach verschiedenen Gesichtspunkten geben, etwa indem die Entwicklung der Wissenschaft durch die Darstellung des Wirkens einzelner Großer und Bahnbrecher aufgezeigt oder die Erforschung bestimmter Probleme bis zum heutigen Stande dargelegt wird. Man kann aber auch als getreuer Chronist viele Einzeldinge nach sorgfältiger Ordnung zusammenstellen. Wäre das erste vielleicht reizvoller zu lesen, so könnte das zweite ohne Zweifel vollständiger und gründlicher sein. MÖBIUS hat den zweiten Weg gewählt, woraus eigentlich schon hervorgeht, daß es im Rahmen eines kurzen Berichts unmöglich ist, den Inhalt seines Buches wirklich wiederzugeben. Die „wissenschaftliche Botanik" ist darin in 84 Abschnitte untergeteilt. Es kommen so auf jeden von diesen im Durchschnitt noch nicht 5 Seiten. Das allein bedingt, daß der Spezialist bei Darstellung seines Faches da und dort gewisse Dinge vermissen wird. Der Verf. hat aber ein gewaltiges Material verarbeitet, was beim Fehlen eines Schriftenverzeichnisses allein aus der großen Zahl von Forschern hervorgeht, deren Namen und Lebensdaten genannt sind. Dabei ist MÖBIUS bemüht, auch die etwas abseits liegenden oder zur Zeit weniger „aktuellen" Gebiete ebenfalls zu ihrem Rechte kommen zu lassen. Die ersten Abschnitte behandeln die Entwicklung bis zum Beginn der neuzeitlichen Botanik, es folgen die einzelnen Pflanzengruppen bis zu den Angiospermen, also das, was man fälschlich meist als „spezielle Botanik" der „allgemeinen" gegenüberstellt, und dann letztere, wo die physiologischen Abschnitte den meisten Raum einnehmen. Ein besonderes Kapitel über „Botanische Stammesgeschichte" fehlt leider (es entspricht das aber nur dem Standpunkt, den

die deutsche Botanik überhaupt zu diesen Fragen eingenommen hat), doch finden sich Einzeldinge hierzu bei den die Pflanzengruppen behandelnden Kapiteln und bei der Systematik. Nur sehr kurz ist der die „Angewandte Botanik" behandelnde 2. Teil, wo der Stoff nach landwirtschaftlicher und Forstbotanik, Gartenbau, Phytopathologie und Pharmakognosie gegliedert ist. Den Beschluß macht eine kurze Darstellung der „Hilfsmittel des Unterrichts und der Forschung".

R. Kräusel, Frankfurt a. M.

TCHIJEVSKY, A. L., **Les épidémies et les perturbations électromagnétiques du milieu extérieur.** Paris: Editions Hippocrate 1938. 238 S. und 110 Abbild. 16 cm × 24 cm. Preis 10 Fr.

Die Voraussage von Epidemien ist einer der Träume der Menschheit mit dem heutigen Endzweck, solche Massenerkrankungen vermeidbar zu machen. Aus der — zweifellos vorhandenen — Vielheit von Faktoren versucht das Buch die Änderungen der elektromagnetischen Umwelt als besonders bedeutungsvoll darzutun. Es behandelt in einem umfangreichen ersten Teil die Sonnenphysik, insbesondere Sonnenflecken und ihre Perioden, sowie gewisse Parallelitäten dieser Perioden mit dem Pflanzenwachstum, die aus einigen recht überzeugenden Kurven hervorgehen. Ein Schlußteil bringt eine Zusammenstellung bakteriologischer Erfahrungen bei Züchtung von Keimen unter bestimmten experimentellen elektromagnetischen Einflüssen. Dazwischen — gedanklich der Hauptteil — liegt Dichtung und Wahrheit, beides allerdings als Wahrheit hingestellt. Da werden die Seuchenjahre früherer Jahrhunderte mit den (durch Extrapolation gewonnenen) Sonnenfleckenmaximas verglichen, etwa die Scharlachjahre des 16. und 17. Jahrhunderts, die Tollwut seit dem 13. Jahrhundert, die Pest usw., vielfach also Unterlagen verwendet, die medizinisch-historisch keineswegs als unbestritten gesichert gelten können. Da sind weiterhin aus letztvergangenen Jahrzehnten Kurven, deren Korrelation aber auch nicht im entferntesten überzeugt (etwa Abb. 77, 89, 90, 91, 100 103 u. a.). Da sind dann jene in der Kausalitätsforschung anscheinend nicht auszurottenden automatischen Korrelationen, mit denen etwas „bewiesen" wird: bekanntlich müssen alle Dinge, die etwa eine Tagesperiode, eine Jahresperiode u. dgl. haben, unter sich in Korrelation stehen, die sommerliche Elektrizität muß das mit einer Sommerkrankheit ebenso tun wie mit dem Sommerfahrplan oder dem Tragen von Strohhüten. Da sind ferner „Einzelfälle", wo in einer Stadt oder einer Provinz zur Zeit eines Fleckenmaximums etwas epidemiologisch passierte, „Beispiele", die bei der Vielgestaltigkeit des Weltgeschehens beliebig vermehrt werden könnten und dem kritischen Betrachter nichts beweisen. Dann aber finden sich da und dort auch Kurven oder Tabellen eingestreut, die wirklich eindrucksvoll und durch Skepsis durchaus nicht zu erledigen sind, etwa die zeitlichen Beziehungen von Sonnenfleckenkurve zu Choleraepidemien in Rußland, zu Genickstarre in New York, für einige Maxima auch etwa noch zum Rückfallfieber in Moskau oder zur Vor-Serum-Diphtherie in Dänemark. Da gibt es ferner Länder, deren Diphtheriekurve einige Jahrzehnte hindurch zur Sonnenfleckenkurve leidlich korreliert und andere mit dazu spiegelbildlichem Verhalten und wieder andere mit wirklich keinerlei Periodik. Die Einführung des Diphtherieserums zerstört dann alle bisherige Periodik. Merkwürdigerweise sind die methodisch so sehr exakten und vorsichtig formulierten jahrelangen Untersuchungen von T. und B. Düll nur kurz gestreift. Ein bibliographisches Register ist angefügt. — Jedenfalls ist das Buch lehrreich für den kritischen Leser, es unterrichtet darüber, was alles an Wirkungen behauptet ist; nur muß der Leser sich selbst ein Urteil über die Evidenz der Beweise zu bilden suchen. Der unkritische Leser freilich wird begeistert sein ob der Fülle der scheinbar endlich erwiesenen Zusammenhänge, und er wird sich berechtigt fühlen, möglichst viel von den ungelösten Problemen der Epidemiologie mit Einflüssen der Sonnentätigkeit zu „erklären".

de Rudder, Frankfurt a. M.

Geographische Mitteilung.

C. C. Nikiforoff, Bodenfachmann im Department of Agriculture der USA und vorzüglicher Kenner der Böden in Zentral- und Ostsibirien und in den Steppen des europäischen Rußlands, veröffentlicht in der Zeitschrift der Amerikanischen Geographischen Gesellschaft eine Studie über **die Böden im westlichen Teil des Staates Washington** unter dem besonderen Gesichtspunkte der örtlich durch gewisse Züge der Oberflächengestaltung bewirkten *„Umwendung" (Inversion) der großen Bodenzonen der Erde.* (C. C. Nikiforoff, The inversion of the Great Soil Zones in Western Washington. The Geographical Review **1937**, April-H., S. 200—213.)

Das untersuchte Gebiet ist für eine solche Betrachtungsweise sehr geeignet, da es eine klare, fast beispielhafte landschaftliche Gliederung besitzt. Die einzelnen Landschaftszonen haben meridionale Erstreckung und folgen einander von West nach Ost: hinter der pazifischen Küste erhebt sich das mäßig hohe, in einzelne Massive (Olympic Mts. u. a.) aufgelöste Küstengebirge. Dann folgt die große, in dem referierten Aufsatz hauptsächlich behandelte landschaftliche Einheit der „Westküsten-Provinz", die zu der Westabdachung des Cascaden-Gebirges überleitet und an ihr emporsteigt. Die Ostabdachung des Gebirges führt auf die weite Hochebene des Inneren hinab. Der entscheidende, landschaftsbildend aktivste Zug dieses Aufbaues ist das Cascaden-Gebirge, das sich der feuchten westlichen Luftströmung quer entgegenstellt, die Feuchtigkeit zum großen Teil abfängt und dementsprechend einen „klimatischen Schatten" (Regenschatten) nach Osten wirft. Die Luvseite und die Küstenprovinz sind extrem feucht, während die Niederschlagshöhe im Regenschatten unter den für diese Breite zu erwartenden Normalwert sinkt.

Diese meridionale Anordnung unterbricht die theoretisch und für eine nicht durch Erhebungen gestörte Erdoberfläche geforderten „horizontalen" Klima- und Bodengürtel, die sich vom Pol zum Äquator aneinanderreihen müßten und tatsächlich auch auf weite Erstreckung vorhanden sind. Diese Gürtel erleiden im Wirkungsbereich des Cascaden-Gebirges eine „Inversion", eine Umwendung. So finden wir z. B. im klimatischen Schatten des Cascaden-Gebirges an Stelle des nach der Breitenlage zu erwartenden Tschernosembodens[1] eine nördliche Auslappung des Halbwüsten-

[1] Tschernosem (russ., spr. tschernosjom), Schwarzerde, der dunkle Bodentypus der Grasländer (Steppen) im Gegensatz zu den Podsol- oder Bleicherdeböden des kühleren und feuchteren Waldgürtels der gemäßigten Zone, wo besonders die Nadelwälder podsolbildend wirken. Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Bodentypen ist der verschiedene Mineralreichtum, der um so größer ist, je weniger der Boden durchschwemmt und ausgelaugt wird. Die trockenen Steppenböden besitzen daher einen großen natürlichen Reichtum an

gürtels, der normalerweise erst südlich des Tschernosemgürtels ausgebildet ist. Andererseits finden wir in der feuchten Küstenprovinz, also — im Sinne der Windrichtung betrachtet — *vor* dem Cascaden-Gebirge die üppige Waldvegetation und die dazugehörigen Böden einer nördlicheren Zone, allerdings in sehr eigner Ausprägung, auf die noch einzugehen sein wird. Diese geographische Verschiebung bezeichnet der Verf. als cascadische Inversion; sie ist „ein Ersatz der normalen Breitenausdehnung der horizontalen Zonen durch eine Serie individueller Gürtel, die parallel zu der Hauptachse des Cascaden-Gebirges laufen".

Eine Funktion dieser geophysikalischen Verhältnisse ist die geographische Verteilung des „biologischen Druckes", d. h. der Summe von Lebensmasse auf einer gegebenen Flächeneinheit. Unter „Lebensmasse" ist dabei die Gesamtmasse der Körper lebender Organismen verstanden, die eine besondere geochemische Oberflächenformation darstellt. Der biologische Druck ist der anschaulichste und charakteristischste Zug jeder landschaftlichen Einheit und beeinflußt in entscheidender Weise die Eigenschaften des Bodens. Exakte Messungen der biologischen Masse stehen freilich in dem untersuchten Gebiet nicht zur Verfügung. Da jedoch die Entwicklung der Lebensmasse wesentlich durch die relative Höhe des Niederschlags bedingt ist, konnte die — im allgemeinen viel exakter bekannte — Verteilung der Feuchtigkeit als eine ausreichende Grundlage für die Beurteilung des relativen Grades des biologischen Druckes angenommen werden.

Nach diesen grundlegenden Begriffsbestimmungen wird nun die geographische Anordnung der verschiedenen Bodenregionen in dem untersuchten Gebiet besprochen. Diese Betrachtung führt sogleich auf ein weiteres Problem von allgemeiner Bedeutung, nämlich die vertikale Zonengliederung in den Gebirgen. Man habe bisher angenommen (und tue dies bis zu einem gewissen Grade noch heute), daß man beim Emporsteigen in größere Höhen stets die gleiche Folge von Bodenzonen antreffe wie beim horizontalen Vordringen in höhere geographische Breiten. Danach müßte im Cascaden-Gebirge, das nach seiner geographischen Breitenlage dem — horizontalen — Tschernosemgürtel angehört und bis in die der Polarzone entsprechende Region des ewigen Schnees aufsteigt, die Zwischenzone zumindest deutlich podsolisierter Böden ausgebildet sein. Das ist nach den Beobachtungen des Verf. nicht der Fall, weil, wie er vermutet, die Rolle dieses Gebirges als Klimascheide die Wirkung der unter normalen Verhältnissen gültigen Regel überdeckt.

So kommt es, daß die Böden der Westküstenregion „nicht als Glieder einer klar abgegrenzten Bodengruppe betrachtet werden können", sondern eine selbständige Gruppe bilden, die wieder in drei Untergruppen zerfällt. Zwei von diesen, nämlich die „gelbbraune" und die „rötlichbraune" Gruppe, die zusammen fast 99% der Fläche dieser Region einnehmen, haben gewisse gemeinsame Kennzeichen. Beide sind aus typischen Waldböden zusammengesetzt; charakteristisch ist ein ziemlich langsamer Verlauf des bodenbiologischen Zyklus[1], ferner ein sehr geringer Gehalt an dunklem Humus, geringe Säurereaktion und ein vollständiger Mangel an Karbonatanhäufung. Die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind vor allem auf das verschiedene geologische Alter des Urmaterials zurückzuführen: die gelbbraune oder nördliche Gruppe ist aus glazialen Ablagerungen abzuleiten, während das Verbreitungsgebiet der rötlichbraunen oder südlichen Gruppe — von örtlichen Ausnahmen abgesehen — nie vergletschert gewesen ist. Das Urmaterial der südlichen Böden ist daher meist älter, was stärkere Verwitterung und Oxydation zur Folge hat. Die geringen, durch die Breitenunterschiede hervorgerufenen klimatischen Unterschiede bewirken zwar gewisse morphologische Unterschiede, z. B. in Farbe und Struktur, treten aber hinter dem großen, das ganze Küstengebiet zusammenfassenden Kennzeichen der ungewöhnlich hohen Niederschläge und des dementsprechend hohen biologischen Druckes zurück.

Inmitten dieses feuchten Waldreiches treten nun vereinzelte kleine Präriegebiete auf, „Prärieinseln", die wahrscheinlich seit ihrer Entstehung ununterbrochen Grasland gewesen sind und zur Entwicklung typischer Prärieböden geführt haben. Diese sehr dunklen schwarzbraunen Böden, welche die dritte der oben genannten Untergruppen bilden, haben eine ziemlich enge Verwandschaft mit den Tschernosemböden, die vor allem in der starken Entwicklung des Humushorizontes ihren Ausdruck findet und auf die spezifische Anordnung und die Raschheit ihres bodenbiologischen Zyklus zurückzuführen ist. Dagegen fehlt diesen Böden der Karbonathorizont, der eines der Grundkennzeichen der Tschernosemböden ist, und so ist der Verf. geneigt, sie als ein Übergangsglied zwischen den echten Tschernosemböden und den meist schwach podsolisierten Wiesenböden des Waldgürtels anzusehen.

Zur Erklärung des Auftretens dieser Prärieinseln nimmt der Verf. das Zusammenwirken mehrerer Faktoren an, unter denen er zweien eine entscheidende Bedeutung zuerkennt. Da ist zuerst die klimatische Wirkung der Küstengebirge, insbesondere des Olympischen Gebirges, das die Rolle des Cascaden-Gebirges im kleinen wiederholt: es wirft wie dieses einen klimatischen Schatten, in dessen Bereich die extreme Feuchtigkeit der Küstenregion bis zu einem gewissen Grade „neutralisiert" wird. Die durchschnittliche Niederschlagshöhe bleibt aber immer noch beträchtlich höher, als sie für typische Präriegebiete normal ist, und so genügt diese klimatische Erscheinung allein offenbar nicht zur Erklärung der sekundären oder „Re-Inversion", die das Wiedererscheinen der Prärie in diesen Gebieten verursacht. Als zweiter, ergänzender Faktor kommt die Beschaffenheit des Untergrundes hinzu. Alle diese kleinen Präriegebiete liegen auf fluvioglazialen Ablagerungen von ungewöhnlich geringer Wasserhaltigkeit. Diese letztere Eigenschaft genügt freilich für sich allein auch nicht, um eine natürliche Bewaldung zu verhindern, denn unter anderen klimatischen Bedingungen sind solche Ablagerungen bewaldet; sie vermag aber, wie es scheint, die Wirkung des klimatischen Schattens der Küstengebirge so zu verstärken, daß der erforderliche Spielraum für die Entwicklung der Prärieinseln im Waldbereich der großen cascadischen Inversion gegeben ist.

KURT KAEHNE.

Mineralsalzen; die intensive Anreicherung von Karbonaten in einer bestimmten Tiefenlage (Horizont) sieht der Verf. als ein Grundmerkmal der Tschernosemböden an.

[1] Der Umsatz der organischen Substanz von der lebenden Pflanze bis zum Humus. Er ist bei einer Baumvegetation, insbesondere bei Nadelwald, allgemein langsamer als bei der kurzlebigen Gras- und Krautvegetation der Steppen, wo dementsprechend die Humusbildung viel rascher vonstatten geht.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.